Hobby Elektronica
&
Actueel IC-handboek

Naslagwerk over theorie en praktijk van de elektronica

eindredactie

Jos Verstraten

Basiswerk
editie 2006

www.hobbyelektronica.nu

Vego VOF

Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf

CIP-GEGEVENS

Verstraten, Jos

Hobby Elektronica & Actueel IC-handboek

Groot praktijkboek voor de elektronicus met bouwhandleidingen, theoretische artikelen, componentengegevens en adressenlijsten

Losbladig, geïllustreerd
Trefwoord: elektronica

Uitgave
Vego VOF, Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf .... www.vego.nl
www.zoekelektronica.nl
www.hobbyelektronica.nu

Contact
E-mail .... vego_vof@compuserve.com
Telefoon: 045-533.22.00
Fax: 045-533.22.02

Elektronische pagina-opmaak
Vego VOF, Landgraaf .... www.vego.nl

POD-productie
CPF Landgraaf .... www.cpf-landgraaf.nl

Cover en ringband ontwerp
Design Studio Sensation, Haarlem .... www.ds-sensation.nl

ISBN-10
90-805610-4-5
ISBN-13
978-90-805610-4-5

NUR
468

SISO
663.1

DISCLAIMER
Samensteller en uitgever zijn zich volledig bewust van hun taak een zo betrouwbaar mogelijke uitgave te verzorgen. Voor eventueel in deze uitgave voorkomende onjuistheden kunnen zij echter geen aansprakelijkheid aanvaarden.

1/1

Inhoud

Deel 1: Inhoud

2/1

Inhoud
Trefwoorden en begrippen

Inhoud

3/1

Inhoud Principes

Inhoud

[1)] Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

3/2

De natuurkundige basis van de elektronica

Inhoud

3/2.1

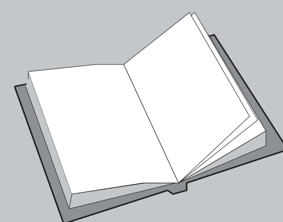
Inleiding

Van de hoed en de rand

Vakjargon
De elektronicus, of hij/zij nu beroeps is of amateur, gebruikt een voor een leek onvoorstelbare hoeveelheid woorden uit het eigen vakjargon. Termen als “impedantie”, “wisselstroom”, “elektromagneet”, “inductie”, “magnetisch veld” lijken voor een elektronicus heel gewoon, maar zijn het uiteraard niet. Het is natuurlijk wel leuk om al die kennis te kunnen demonstreren, maar hoe diep gaat die kennis eigenlijk? Hebben deze woorden wel een diepere betekenis voor diegenen die ze uitspreken? Want, laten we wel wezen, als men zegt dat de elektronenstraal in een beeldbuis van een TV wordt afgebogen door het magnetisch veld van het afbuigjuk, wat bedoelt men dan precies? Wat is een elektronenstraal? Wat is zo’n magnetisch veld? En hoe komt het dat zo’n veld ontstaat in dat afbuigjuk? Zeer fundamentele vragen, waarop het antwoord voor diegenen die er gevoelig voor zijn een zeer zinrijke verdieping van hun beroep en/of hobby kan betekenen.

Diep de natuurkunde in
Wie antwoord wil op dergelijke vragen zal tevergeefs alle jaargangen van alle elektronica tijdschriften napluizen. Het antwoord op dergelijke vragen worden blijkbaar bekend verondersteld of, wat waarschijnlijker is, de mensen die dergelijke tijdschriften vol schrijven stellen zich die vragen zélf niet!
In dit hoofdstuk van dit naslagwerk wordt “De natuurkundige basis van de elektronica” aan de orde gesteld en wel in 13 hoofdstukken. In die hoofdstukken zullen stap na stap, op een duidelijke manier, de soms ingewikkelde theorieën van de natuurkunde en dan in het bijzonder van de mechanica aan de orde komen. Natuurlijk zal deze cursus zich hoofdzakelijk richten op de vakgebieden “elektrotechniek” en “elektronica”. Maar het zal duidelijk zijn dat de fundamenten van deze vakgebieden hun wortels hebben in de algemene mechanica. Vandaar dan ook, dat deze wortels eerst bloot gelegd moeten worden, alvorens

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/2.2



2.1 Inleiding

de stamboom der elektrotechniek beklommen kan worden.

Wiskunde wel? Wiskunde niet!
Wie het woord natuurkunde hoort denkt onvermijdelijk aan schoolborden vol ingewikkelde wiskunde. Terecht, want de wiskunde speelt een belangrijke rol in het begrijpen en formuleren van de wetten van de mechanica en elektrotechniek. Zelfs zo'n belangrijke rol dat bepaalde zogenaamd alledaagse begrippen, zoals een veld of een elektromagnetische golf, in feite alleen wiskundig te formuleren zijn. Toch zal in deze cursus zeer zuinig met wiskunde worden omgegaan. Het is zelfs zo dat de differentiële wiskunde en de integraalvergelijkingen, die vaak een voor de hand liggende oplossing bieden voor talrijke vragen, volledig buiten beschouwing zullen blijven. Dat door deze beperking bepaalde verschijnselen niet zo eenduidig verklaard kunnen worden als mét deze wiskundige theorieën moet dan maar voor lief worden genomen. Wél veronderstellen wij dat de lezer(es) de openheid heeft om niet meteen bij de eerste simpele formule die in de tekst staat de lektuur te staken.
Van de lezer(es) wordt dus verondersteld dat een wiskundige formule als:

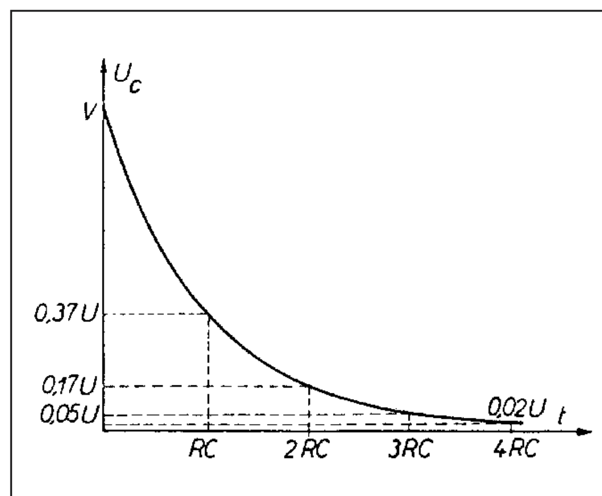
$v = s/t$

kan geïnterpreteerd worden als "de grootheid v is gelijk aan de deling van de grootheid s door de grootheid t".
Of dat:

$Z = 1/(2.\pi.f.C)$

net zo duidelijk is als de tekst "de grootheid Z is gelijk aan de eenheid, gedeeld door de vermenigvuldiging van de grootheid f met de grootheid C, product dat nadien weer vermenigvuldigd wordt met het getal 2 en nadien met het getal π".
Echt, meer wiskunde kennis wordt er in deze cursus niet verwacht!

Grafieken
Ook belangrijk is dat men in staat is eenvoudige tweedimensionele grafieken te interpreteren. Als men bijvoorbeeld de grafiek van figuur 3/2.1-1 onder ogen krijgt, moet begrepen worden dat dit figuurtje het verband geeft tussen de waarde van een bepaalde grootheid U_c en het verloop van de tijd t.



Figuur 3/2.1-1: Het interpreteren van dergelijke eenvoudige grafieken vormt een belangrijk kennis-element voor deze cursus.

Uit zo'n grafiek moet meteen duidelijk worden dat de grootheid U_c op het tijdstip t = 0 een waarde heeft van V. Na een bepaald tijdsverloop RC is de waarde van de grootheid gedaald tot 0,37 * U, etc.

Wiskundige hulpmiddelen
Een studie van de elektrotechniek is niet mogelijk zonder beroep te doen op en-

2.1 Inleiding

kele wiskundige hulpmiddelen. Een daarvan is al besproken, namelijk het interpreteren van tweedimensionele grafieken. Daarnaast vormen echter ook de vectorwiskunde en de wiskunde van de imaginaire getallen onontbeerlijke gereedschappen voor het begrijpen van de elektronica. Beide hulpmiddelen zullen op de gepaste plaats summier worden uitgelegd, zodat men er de eenvoudige truukjes mee kan uithalen die voor het begrijpen van de theorie noodzakelijk zijn.

2.1 Inleiding

3/2.2

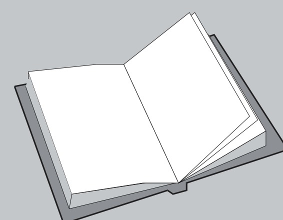
De plaats van de elektronica in de natuurkunde

De natuurkunde, de basis van alle kennis

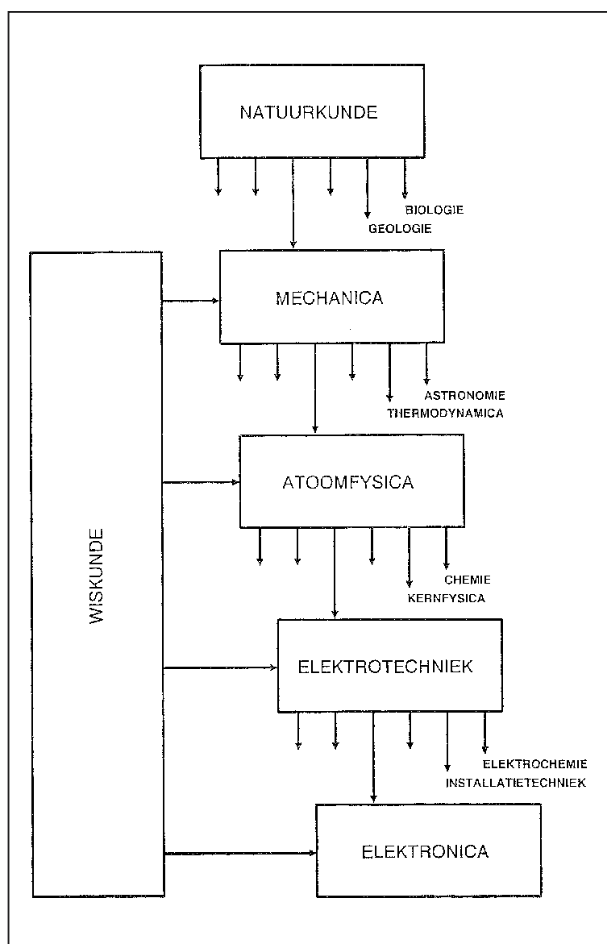
Inleiding
Een fanatieke elektronicus die dagelijks in zijn of haar laboratorium knutselt, zal zich waarschijnlijk nooit de vraag *"waardoor komt het nu, zuiver natuurkundig bekeken, dat deze schakeling werkt zoals zij werkt?"* stellen. Toch is deze vraag heel fundamenteel. Voor de leek lijkt het immers vaak alsof elektronische schakelingen het werk zijn van supertovenaars, die materie alles kunnen laten doen wat zij willen. Niets is echter minder waar! Elektronica is een tak van de natuurkunde en als dusdanig onderworpen aan strenge wiskundige wetten en fysische regels. Sterker nog, de elektronica is zo streng ingebed in de mechanica, dat men van alle elektronische schakelingen mechanische equivalenten kan opstellen en er nadien de traditionele formules van de mechanica op kan toepassen.
Anderzijds is het mogelijk ieder mechanisch probleem om te zetten in een equivalente elektronische schakeling. De spanningen, die uit die schakeling komen, gedragen zich dan net zo in functie van de tijd als de oorspronkelijke mechanische grootheden die men wilde onderzoeken. Van dit feit wordt gebruik gemaakt in zogenoemde "analoge computers" waarmee men ingewikkelde mechanische processen, zoals bijvoorbeeld de werking van een kerncentrale, zuiver elektronisch kan simuleren en kan voorspellen hoe de kerncentrale zich onder bepaalde omstandigheden zal gedragen.

De plaats van de elektronica in de natuurkunde
Het is dus interessant om te onderzoeken waar de elektronica in het heel brede gebied van de natuurkunde thuis hoort. In figuur 3/2.2-1 is een poging gewaagd het verband tussen de natuurkunde en de elektronica duidelijk te maken.

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/2.3
Hoofdstuk 3/2.4
Hoofdstuk 3/2.5



2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde



Figuur 3/2.2-1: De plaats van de elektronica binnen de natuurkunde.

Aan de top van de "piramyde van kennis" staat uiteraard de natuurkunde. Natuurkunde is te omschrijven als de wetenschap die zich bezig houdt met het ontrafelen, begrijpen en ondubbelzinnig definiëren van de structuur van de natuur. Dat is uiteraard een heel breed terrein en omvat zaken als:

– "biologie", de wetenschap van de levende organismen;
– "geologie", de wetenschap van het ontstaan en de evolutie van de aarde;
– "mechanica".

De mechanica is de tak van de natuurkunde die zich bezig houdt met het begrijpen van voorwerpen die in beweging zijn. Omdat zowat alles in de natuur op de een of andere manier in beweging is zal het duidelijk zijn dat ook de mechanica een zeer breed terrein bestrijkt.

Onderdelen van de mechanica

Zo houdt bijvoorbeeld de "astronomie" zich bezig met het bestuderen van de bewegingen van sterren en sterrenstelsels in het heelal. De "thermodynamica" houdt zich bezig met het bestuderen van de bewegingen die ontstaan in hete gassen en vloeistoffen.
Een van de belangrijkste takken van de mechanica is echter de "atoomfysica". Deze wetenschap bestudeert de bouw en beweging van de materie op submicroscopisch kleine schaal. De atoomfysica houdt zich dus bezig met het bestuderen van de onderlinge bewegingen van atomen.

De atoomfysica

Ook die tak van de natuurkunde kan echter weer in diverse specialismen gesplitst worden. Het eerste specialisme in de "chemie" of scheikunde. Deze wetenschap bestudeert de bindingen die atomen met elkaar kunnen aangaan en alles wat uit deze verbindingen ontstaat. De chemie is verantwoordelijk voor de stortvloed van nieuwe synthetische stoffen waarmee de wereld ten goede en ten kwade wordt overspoeld.
Een tweede tak van de atoomfysica is de "kernfysica". Deze bestudeert de bewegingen van de deeltjes die zich in de kern van ieder atoom bevinden. Deze wetenschap heeft niet alleen de atoom-, waterstof- en neutronenbommen op haar geweten, maar ook in principe nuttige zaken zoals kernenergiecentrales, hartstimulatoren met batterijen met een levensduur die langer is dan die van de

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde

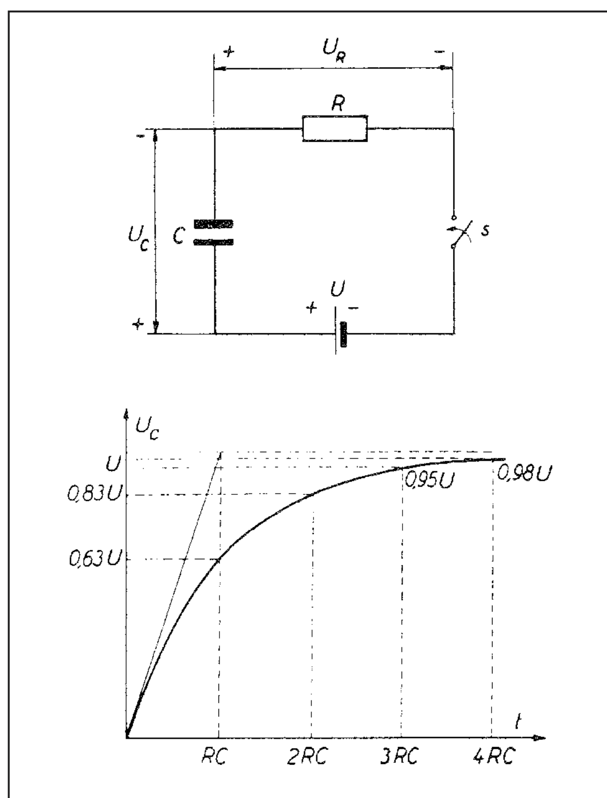
mens, nucleaire geneeskunde en niet-destructief materiaalonderzoek.
De tak van de atoomfysica die in het kader van de elektronica van belang is, is echter de "elektrotechniek". Deze tak van de mechanica houdt zich bezig met de eigenschappen van elektronen die uit hun normale atoomverband zijn gestoten. Of, met andere woorden, met de eigenschappen van vrije elektronen die door geleiders en halfgeleiders vloeien en daardoor elektrische stromen opwekken. Omdat bewegende elektronen een magnetisch veld veroorzaken zit het begrip "magnetisme" onlosmakelijk verankerd in de elektrotechniek.

De elektrotechniek
De elektrotechniek heeft weer verschillende takken. De "elektrochemie" houdt zich bezig met de manier waarop vrije elektronen door waterachtige vloeistoffen stromen en batterijen en energiecellen vormen.
De "installatietechniek" houdt zich voornamelijk bezig met de manier waarop vrije elektronen massaal door geleiders verplaatst kunnen worden, zoals in elektrische centrales, hoogspanningsnetten en motoren.
De "elektronica" is die tak van de elektrotechniek die onderzoekt hoe kleine stromen van vrije elektronen veel grotere stromen van vrije elektronen kunnen opwekken. Of, met andere woorden, hoe men de eigenschappen van vrije elektronen kan gebruiken om elektrische stromen te versterken.

Terug naar de "roots"!
Wie nu denkt dat men alle verschijnselen uit het blokje "elektronica" kan verklaren zonder terug te grijpen naar zaken die in vorige blokjes thuis horen, heeft het uiteraard mis. Voor de verklaring van een voor de elektronica zeer fundamenteel begrip als "vrije elektronen" moet men terug naar het blokje "atoomfysica". En voor de verklaring van het begrip "magnetisch veld", zo belangrijk voor het begrijpen van de werking van een beeldbuis, moet men terug naar het blokje "elektrotechniek". Vandaar dat een van de volgende hoofdstukken dan ook de fundamentele ontdekkingen van de atoomfysica zal behandelen, voor zover die natuurlijk passen in het verhaal van de elektronica.

Wiskunde
Naast de blokken "mechanica", "atoomfysica", "elektrotechniek" en "elektronica" is een groot blok "wiskunde" getekend. De wiskunde speelt een zeer belangrijke rol, zowel bij het verklaren als bij het formuleren van de verschijnselen die in de gehele mechanica optreden.
Als men een condensator C van 1 µF via een weerstand R van 1 kΩ oplaadt uit een spanningsbron U van 10 V, zoals getekend in figuur 3/2.2-2, dan zal de spanning U_c over de condensator volgens een welbepaald verloop stijgen in functie van de laadtijd.
Dat verloop is exact te omschrijven in een wiskundige formule. Als men deze wiskundige formule gevonden heeft, is het vanaf dat moment niet meer nodig experimenteel te bepalen hoe groot de spanning na 2 seconde over een condensator van 4,7 µF zal zijn als die wordt geladen via een weerstand van 330 kΩ uit een spanningsbron van 65 V. Het volstaat deze nieuwe waarden in de formule in te vullen en men kan het antwoord op de vraag volgens een zuiver wiskundige manier berekenen, zonder één meting te verrichten.

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde



Figuur 3/2.2-2: Het spanningsverloop over een opladende condensator kan in een zeer exacte wiskundige formule worden beschreven.

Determinisme

Men noemt het hele gebied van de mechanica daarom "deterministisch". Als men de noodzakelijke beginvoorwaarden voor het tot stand komen van een bepaald mechanisch verschijnsel kent en men weet de wiskundige formules waaraan dat verschijnsel voldoet, dan weet men voldoende om de resultaten van het verschijnsel te kunnen berekenen.
Gebeurtenissen in de mechanica (en dus ook in de elektronica) volgen altijd uit hun beginvoorwaarden en uit hun wiskundige formules! Alle gebeurtenissen zijn dus als het ware volledig voorbestemd, dus deterministisch.

Klassieke mechanica

Historisch overzicht van de mechanica

In het overzicht van figuur 3/2.2-1 staat in het tweede blokje het woord "mechanica". Dat is een vrij onnauwkeurige benaming, omdat er op dit moment twee soorten mechanica bestaan. De eerste noemt men de "klassieke mechanica". Dat is de kennis van de mechanica zoals die rond 1900 bestond. Deze klassieke mechanica is samengesteld uit de theorieën over de aantrekkingskracht tussen lichamen (in 1685 door Newton opgesteld) en uit de theorieën over het elektrisch en magnetisch veld (rond 1860 door Maxwell op papier gezet). Beide theorieën geven een uitstekende verklaring en een volledig deterministische wiskundige beschrijving van de eigenschappen van de mechanica die op "aardse schaal" waar te nemen zijn.
Maar verlegt men het onderzoeksterrein naar het hele kleine (kernfysica) of naar het hele grote (astronomie), dan blijkt dat deze klassieke mechanica bepaalde verschijnselen niet kan verklaren. Om een voorbeeld te noemen, het is met de klassieke mechanica absoluut onmogelijk om te verklaren waarom elektronen alleen in bepaalde banen rond de atoomkern kunnen draaien.

Quantum mechanica

Tussen de jaren 1910 en 1940 werd daarom een nieuw soort mechanica ontwikkeld, die algemeen de "quantum mechanica" wordt genoemd. Deze theorie kon ontstaan doordat Einstein met zijn beroemde "relativiteitstheorie" de weg had geëffend om op een heel andere manier over natuurkundige verschijnselen na te denken.

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde

Een van de voornaamste ontdekkingen van de quantum mechanica is dat verschijnselen op zeer kleine schaal absoluut niet deterministisch zijn! Volgens de quantum mechanica is het bijvoorbeeld onmogelijk om de plaats van een elektron dat rond een atoomkern draait nauwkeurig te bepalen. Men kan hoogstens de plaats berekenen waarop men de meeste kans heeft dat elektron aan te treffen! Dat wil overigens niet zeggen dat daarmee het determinisme van de klassieke mechanica niet meer geldig is. Bij verschijnselen op “aardse schaal” heeft men te maken met bewegingen van miljarden en miljarden elektronen tegelijk. Het niet te voorspellen gedrag van ieder elektron afzonderlijk wordt in die veelheid van deelnemende deeltjes als het ware gemiddeld, zodat het gedrag van alle deeltjes samen wél deterministisch beschreven kan worden. Men zou dus kunnen zeggen dat de wiskundige formules van de klassieke mechanica de aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid beschrijven dat de deeltjes zich gaan gedragen zoals de wiskundige formules voorschrijven.
Een tweede belangrijke ontdekking van de quantum mechanica is dat het fundamenteel verschil dat de klassieke mechanica maakt tussen “materie” en “veld” niet terecht is. “Materie” en “veld” zijn beide uitingen van een en hetzelfde fundamenteel verschijnsel, dat men het best kan omschrijven met de term “energie”. Dit noemt men het “dualiteitsbeginsel” van het heelal. Soms uit die energie zich onder de vorm van materie, soms onder de vorm van een veld. Zoals uit een volgend hoofdstuk zal blijken, uiten velden zich onder de vorm van golfverschijnselen met een bepaalde golflengte en een bepaalde frequentie. Dat betekent dus dat één verschijnsel, stel licht, zich zowel onder de vorm van deeltjes als onder de vorm van een golfverschijnsel kan manifesteren.
In de elektronica wordt men vaak geconfronteerd met dit dualistisch karakter van licht. Voor een zonnecel zit een lens om het zonnelicht te concentreren op het gevoelig oppervlak van de cel. Die lens werkt doordat het licht zich voordoet onder de vorm van golven, die afgebogen wordt door de de lens. Uit die breking volgt een samenbundeling van de golven in het brandpunt van de lens. Maar als het licht op het gevoelig oppervlak van de zonnecel valt zijn het opeens de fotonen, de lichtdeeltjes, die dank zij hun energie elektronen door de sperlaag van de zonnecel kunnen schieten en daardoor een spanning over de zonnecel opbouwen! Bij het bestuderen van de werking van een zonnecel met bundellens moet men dus zowel een beroep doen op licht als golfverschijnsel als op licht als deeltjesverschijnsel!

Gevolgen

De gevolgen van de quantum mechanica op het filosofisch denken over de natuur zijn erg groot en zelfs nu nog steeds volop in discussie. Voor de dagelijkse praktijk maakt het echter niets uit. In de gehele elektrotechniek en elektronica wordt steeds gesproken over elektronen alsof dat ongelooflijk kleine knikkertjes harde stof zijn, die door geleiders en halfgeleiders stromen. Hoewel men, dank zij de quantum mechanica, nu weet dat dit een veel te eenvoudige kijk op de werkelijkheid is, kan men met deze vereenvoudigde voorstelling vrijwel alle verschijnselen verklaren. Waarom dus moeilijk doen als het ook gemakkelijk kan?

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde

Daarmee mag echter niet gezegd worden dat de theorieën die door de quantum mechanica zijn ontwikkeld van geen belang zijn voor de elektronica. Moderne elektronische onderdelen zoals MASER's, LASER's, IC's en zelfs de ordinaire LED's zouden niet ontwikkeld zijn zonder dat de quantum mechanica een grondig beeld had geschonken over het interne van een atoom. Er is zelfs een speciale tak van de natuurkunde ontwikkeld die men "de vaste stof fysica" noemt. Deze volledig op de quantum mechanica geënte wetenschap houdt zich bezig met het verklaren van de werking van elektronische onderdelen zoals zonnecellen, LED's, etc.

Begrenzing van deze studie
In deze hoofdstukken zullen alle verschijnselen volgens de klassieke mechanica verklaard worden. Een quantum mechanische benadering is immers absoluut onmogelijk zonder een flinke dosis wiskunde. Bovendien kan zowat alles dat tot de elektrotechniek en de elektronica hoort goed uitgelegd worden aan de hand van de wetten van de klassieke mechanica. Alleen bij het bestuderen van verschijnselen die zich in halfgeleiders voordoen, bijvoorbeeld het uitzenden van licht door een LED, schiet de klassieke mechanica te kort. Het zij zo!

Grootheden van de mechanica

Inleiding
De natuurkunde houdt zich bezig met het onderzoeken van verschijnselen. Dus moet men eerst een methode weten te verzinnen om deze verschijnselen van elkaar te kunnen onderscheiden. Verschijnselen worden gekenmerkt door hun grootheden. Zo heeft een willekeurig voorwerp bepaalde afmetingen, een bepaalde massa, een bepaald gewicht, een bepaalde temperatuur en misschien een bepaalde snelheid. Al die begrippen vormen de grootheden van dat voorwerp. Hoe meer grootheden men kan meten, hoe beter het voorwerp wetenschappelijk gedefinieerd wordt. Vindt men ergens anders een tweede voorwerp, waarvan de grootheden precies gelijk zijn aan deze van het eerste voorwerp, dan kan men zeggen dat beide voorwerpen identiek zijn en zich natuurkundig op dezelfde manier zullen gedragen.
In de praktijk van iedere wetenschap is het meten en definiëren van grootheden dus van fundamenteel belang. Onder het meten van een grootheid verstaat men deze grootheid vergelijken met een soortgelijke grootheid, die men tot eenheid heeft gekozen. Zo heeft men eeuwen lang voor de eenheid van afstand de lengte genomen van een bepaalde staaf metaal die in Frankrijk werd bewaard. Deze eenheid werd "de meter" genoemd. Op deze manier was iedereen in principe in staat zijn of haar eigen eenheid van lengte te ijken op de internationale standaard, de meter.

IJkproblemen
Er bestaan uiteraard ontelbare grootheden. Alleen in de elektrotechniek kan men zonder diep na te denken meer dan tien grootheden opnoemen: lading, spanning, stroom, weerstand, capaciteit, zelfinductie, flux, frequentie, golflengte, permeabiliteit, veldsterkte, vermogen, geleidbaarheid en reluctantie. Nu heb-

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde

ben al deze grootheden weliswaar een eigen eenheid, zoals:
- de Ampère (A) voor stroom;
- de Ohm (Ω) voor elektrische weerstand:
- de Coulomb (Q) voor lading;
- de Henry (H) voor zelfinductie;
- de Farad (F) voor capaciteit;
- de Siemens (S) voor geleidbaarheid;
- de Watt (W) voor vermogen;

maar het is in de praktijk een vrijwel onmogelijke klus om voor al deze eenheden internationale standaarden af te spreken.
Men komt dan tot onpraktische ijkdefinities zoals:
- een weerstand van 1 Ω is gelijk aan de weerstand van een kolom kwik van 1.062,6 mm lengte, 1 mm^2 doorsnede bij een temperatuur van 0° C;
- een lading van 1 Q doet 0,0104 mg waterstofgas in een voltameter vrijkomen.

Fundamentele grootheden

Dank zij de wiskunde hoeft men echter niet iedere eenheid van iedere grootheid te ijken. Men heeft kunnen aantonen dat er slechts vijf fundamentele grootheden bestaan, waaruit alle overige grootheden wiskundig afgeleid kunnen worden:
- de lengte met als eenheid de **m**eter (m);
- de massa met als eenheid de **k**ilogram (kg);
- de tijd met als eenheid de **s**econde (s);
- de elektrische stroom met als eenheid de **a**mpère (A);
- de temperatuur met als eenheid de graad kelvin (° K).

Het internationale eenhedenstelsel dat van deze vijf basiseenheden is afgeleid noemt men dan ook het MKS-stelsel, naar de eerste letters van de drie oudste fundamentele eenheden meter, kilogram en seconde. In de techniek wordt hiervoor vaak het woord Giorgi-stelsel gebruikt.

De ijkwaarden

De ijkwaarden van de vijf basiseenheden worden tegenwoordig als volgt gedefinieerd:
- de seconde is de duur van 9.192.631 perioden van de straling die wordt uitgezonden tussen twee bepaalde energieniveaus van een atoom $Cesium_{133}$;
- de meter is gelijk aan de afstand welke het licht aflegt in $^1/_{299.792.458}$-ste deel van een seconde;
- de kilogram is de massa van een bepaalde cilinder, gemaakt van platina-irridium, die wordt bewaard te Sèvres in Frankrijk.
- de ampère is de stroom die door twee 1 m van elkaar verwijderde parallelle draden vloeit en die tussen de draden een aantrekkingskracht van $2x10^{-7}$ newton per meter lengte veroorzaakt;
- de graad kelvin is het $^1/_{273,16}$-de deel van de tripel-temperatuur van zuiver water.

Het valt op dat de vijf basiseenheden nu niet precies op de allergemakkelijkste manier zijn gedefinieerd. Dat heeft historische achtergronden. De vijf fundamentele grootheden zijn al eeuwen lang bekend. De eenheden werden in die tijd vrij willekeurig toegekend, zo goed als dat kon met de toen ter beschikking staande meettechnieken. Bij het herdefiniëren van deze eenheden in het internationale eenhedenstelsel was het natuurlijk zaak definities te vinden die technisch goed reproduceerbaar zijn maar die bovendien precies dezelfde waarden opleverden als de oude defini-

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde

ties. Het zou natuurlijk beter zijn geweest om vijf geheel nieuwe definities op te stellen, die veel eenvoudiger zijn. Maar dat zou tot gevolg hebben dat men overal in de wereld alle natuurkundige grootheden opnieuw zou moeten omrekenen met de nieuwe ijkwaarden van hun eenheden als basis. Wie weet hoeveel moeite het kost om de Angelsaksische wereld te laten omschakelen van hun vreemdsoortige lengte-eenheden naar de meter, weet ook dat het wereldwijd volledig omschakelen naar allemaal nieuwe eenheden een onmogelijke taak is! Men zal het dus met deze vreemdsoortige definities moeten doen.

Symbolen van grootheden
Naast eenheden hebben grootheden ook nog symbolen. Dat zijn de afkortingen, waarmee zij in wiskundige formules worden voorgesteld. De vijf fundamentele grootheden hebben de onderstaande symbolen:
– lengte: s
– massa: m
– tijd: t
– elektrische stroom: I
– temperatuur: T

Afgeleide grootheden
Alle andere grootheden noemt men afgeleide grootheden, omdat zij uit een combinatie van de fundamentele grootheden kunnen worden afgeleidt. Zo kan men berekenen dat de praktische eenheid van elektrische spanning, de aan iedere elektronicus zeer bekende volt, ook uitgedrukt kan worden als:

$1\ V = 1\ kg.m^2/A.s^3$

Hoe men daarbij komt? Dat zal, stapje na stapje, duidelijk worden in de volgende hoofdstukken, waarin de definities worden uitgelegd van zaken zoals “elektrisch potentiaal”, “elektrische arbeid” en “elektrische lading”. Want uit die drie basisgrootheden van de elektrotechniek kan men afleiden wat een elektrische spanning nu precies natuurkundig voorstelt.

Voorvoegsels
De meeste eenheden zijn voor de dagelijkse praktijk of veel te groot of veel te klein gedefinieerd. Zo zal wel geen enkele elektronicus een condensator van 1.000 F in huis hebben! Nu zou men dus de waarde van een heel praktisch condensatortje in een afstemkring kunnen schrijven als 0,000.000.000.047 F. Dat is vrij onhandig en vandaar heeft men negentien zogenoemde voorvoegsels ingevoerd, waarmee men de waarde van een eenheid kan vermenigvuldigen. Deze zijn samengevat in de tabel van figuur 3/2.2-3. In de elektronica worden niet al deze voorvoegsels gebruikt, maar hoofdzakelijk:
– de tera:
  afgekort T, met als waarde biljoen maal, dus 10^{12} of 1.000.000.000.000;
– de giga:
  afgekort G, met als waarde miljard maal, dus 10^9 of 1.000.000.000;
– de mega:
  afgekort M, met als waarde miljoen maal, dus 10^6 of 1.000.000;
– de kilo:
  afgekort k, met als waarde duizend maal, dus 10^3 of 1.000;
– de milli:
  afgekort m, met als waarde een duizendste maal, dus 10^{-3} of 0,001;
– de micro:
  afgekort μ, met als waarde een miljoenste maal, dus 10^{-6} of 0,000.001;

– de nano:
  afgekort n, met als waarde een miljardste maal, dus 10^{-9} of 0,000.000.001;
– de pico:
  afgekort p, met als waarde een biljoenste maal, dus 10^{-12} of 0,000.000.000.001;

VERMENIGVULDIGINGSFACTOR	NAAM	SYMBOOL
1.000.000.000.000.000.000.000 = 10^{21}	zetta	Z
1.000.000.000.000.000.000 = 10^{18}	exa	E
1.000.000.000.000.000 = 10^{15}	peta	P
1.000.000.000.000 = 10^{12}	tera	T
1.000.000.000 = 10^{9}	giga	G
1.000.000 = 10^{6}	mega	M
1.000 = 10^{3}	kilo	k
100 = 10^{2}	hecto	h
10 = 10^{1}	deca	da
0,1 = 10^{-1}	deci	d
0,01 = 10^{-2}	centi	c
0,001 = 10^{-3}	milli	m
0,000 001 = 10^{-6}	micro	µ
0,000.000.001 = 10^{-9}	nano	n
0,000.000.000.001 = 10^{-12}	pico	p
0,000.000.000.000.001 = 10^{-15}	femto	f
0,000.000.000.000.000.001 = 10^{-18}	atto	a
0,000.000.000.000.000.000.001 = 10^{-21}	zepto	z
0,000.000.000.000.000.000.000.001 = 10^{-24}	yokto	y

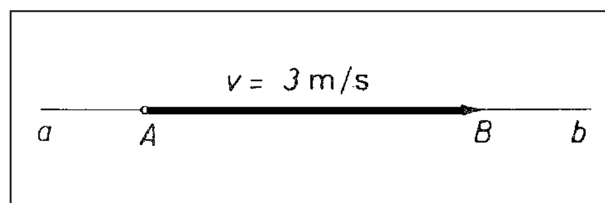
Figuur 3/2.2-3: De negentien decimale voorvoegsels bij eenheden, van groot naar klein.

Op deze manier kan de reeds voorgestelde condensator heel eenvoudig geschreven worden als 47 pF!

Scalaire en vectoriële grootheden

Inleiding
De meeste grootheden zoals massa, temperatuur en tijd kunnen volledig gedefinieerd worden door hun waarde en hun eenheid. Als men zegt dat een bepaald lichaam een massa van 1,24 kg heeft, dan is de massa van dat lichaam daardoor volledig vastgelegd. Grootheden die alleen door hun waarde gedefinieerd worden noemt men “scalaire” grootheden.

Vectoren
Bij sommige grootheden zoals bijvoorbeeld de snelheid, ligt dat anders. Snelheden hebben namelijk niet alleen een waarde in m/s, maar ook een richting waarin zij werken! Bovendien hebben zij een aangrijpingspunt en een zin. Elke grootheid die wordt gedefinieerd door een waarde, een richting, een zin en een aangrijpingspunt noemt men een “vectoriële” grootheid. Een vectorgrootheid wordt voorgesteld door een pijl, waarvan de lengte de waarde van de grootheid geeft. De pijl geeft de zin van de grootheid en de richting van de pijl de richting waarin de grootheid werkt. Het niet van een pijlpunt voorziene uiteinde van de pijl geeft het aangrijpingspunt.
Een en ander is voorgesteld in figuur 3/2.2-4.



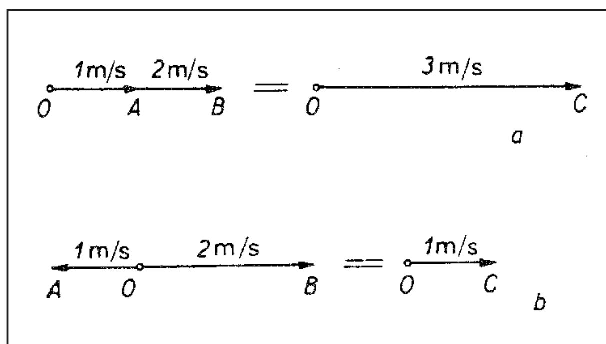
Figuur 3/2.2-4: De voorstelling van een vectoriële grootheid, zoals een snelheid.

In de figuur is punt A het aangrijpingspunt van de snelheidsvector. De lengte AB geeft de waarde van de vectoriële grootheid, de pijlpunt geeft de zin aan (van links naar rechts) en de lijn ab de richting (in dit geval horizontaal).
Vectoriële grootheden komt men ook in de elektronica vaak tegen. Vandaar dat

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde

het noodzakelijk is even verder in te gaan op de manier waarop men met vectoren moet rekenen.

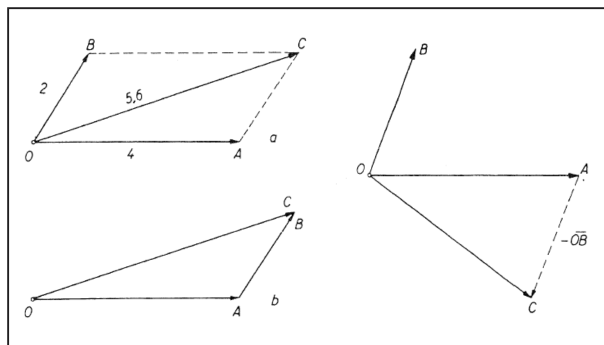
Vectoren optellen
Een van de belangrijkste bewerkingen die men op vectoren moet uitvoeren is twee vectoren bij elkaar optellen. Dat gaat niet zo gemakkelijk als bij scalaire grootheden! De som van twee vectoren is een nieuwe vector, die men de resultante noemt.
Als de twee vectoren hetzelfde aangrijpingspunt en dezelfde richting hebben, dan is er geen probleem. In figuur 3/2.2-5 is geschetst hoe te handelen.



Figuur 3/2.2-5: Het optellen van vectoren die in elkaars verlengde liggen.

In figuur a werken twee snelheidsvectoren A en B in op het aangrijpingspunt O. Beide vectoren hebben dezelfde richting en dezelfde zin. De ene vector is 1 m/s groot, de andere 2 m/s. De resultante heeft een waarde van 3 m/s en uiteraard dezelfde richting en zin.
In figuur b is getekend wat er gebeurt als beide vectoren een tegengestelde zin hebben. De vector A werkt men 1 m/s naar links, de vector B met 2 m/s naar rechts. De resultante is een vector met een waarde van 1 m/s, die naar rechts werkt. In principe kan men in dit geval dus gewoon rekenkundig optellen.

Het wordt echter iets moeilijker als de twee vectoren in verschillende richtingen aangrijpen. Dit is getekend in figuur 3/2.2-6a.



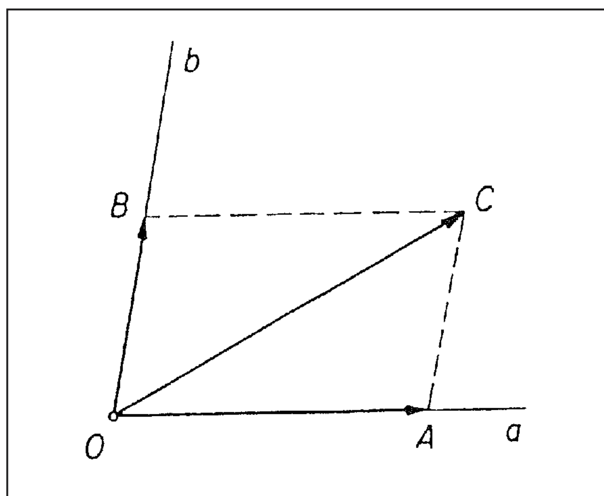
Figuur 3/2.2-6: Het optellen van twee vectoren die een hoek met elkaar maken.

In het aangrijpingspunt O werken twee snelheidsvectoren in. De eerste A heeft een horizontale richting en een grootte van 4 m/s. De tweede B staat onder een hoek van ongeveer 60° naar boven en heeft een grootte van 2 m/s. De resultante kan meetkundig geconstrueerd worden, door met de vectoren A en B als zijden een parallellogram te tekenen. De resultante C is dan gelijk aan de diagonaal die vertrekt uit het aangrijpingspunt O. Met simpele wiskundige middelen kan men berekenen dat de waarde van de resultante gelijk is aan 5,6 m/s.
Men kan dit voorbeeld vertalen naar een praktische situatie. Stel dat in een weiland op een plek O een zwaar rotsblok ligt. Men wil dit rotsblok verplaatsen en spant door middel van twee stevige touwen twee tractoren in, die beide aan het blok gaan trekken. De ene tractor A vertrekt in horizontale richting met een snelheid van 4 m/s. De tweede tractor B trekt onder een hoek van 60° met een snelheid van 2 m/s. Dank zij de vectorwiskunde kan men nu berekenen in wel-

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde

ke richting en met wat voor snelheid het rotsblok wordt verplaatst. De snelheid van het blok bedraagt 5,6 m/s, de richting is naar C. In figuur 3/2.2-6b is een eenvoudiger manier getekend om de resultante te berekenen. Men kan in de top van vector A vector B tekenen. Wel moet men deze vector onder precies dezelfde hoek tekenen als de originele vector. De resultante C is nu de derde zijde van de driehoek OAB. Als men vector B van vector A zou moeten aftrekken, moet men in de top van vector A vector B in tegengestelde zin tekenen, zie figuur 3/2.2-6c. De resultante C ontstaat weer door de driehoek OAC te sluiten.

Ontbinden van vectoren
Een tweede belangrijke bewerking die men op vectoriële grootheden kan uitvoeren is het ontbinden in twee deelvectoren langs twee gegeven richtingen. Dit wordt toegelicht aan de hand van figuur 3/2.2-7.



Figuur 3/2.2-7: Het ontbinden van een vectoriële grootheid volgens twee richtingen.

In deze figuur is een vector C getekend, die in een bepaalde richting aangrijpt in punt O. Deze vector kan ontbonden worden in twee componentvectoren A en B, die verlopen volgens de richtingen a en b. Het volstaat weer een parallellogram te tekenen, waarbij de vector C de diagonaal vormt en de twee component-vectoren A en B de twee aansluitende zijden. Zoals later zal blijken kan men door het ontbinden van vectoren in een horizontale en verticale component ingewikkelde vectorberekeningen ten zeerste vereenvoudigen.

Opmerking
Er zijn nog heel wat meer rekenregels van toepassing op vectorgrootheden. Met de vier simpele voorbeeldjes die hier gegeven zijn, kan men echter alle vectorproblemen oplossen, die in de loop van deze studie zullen voorkomen!

Mechanische grootheden

Inleiding
Omdat de elektronica een onderdeel vormt van de algemene mechanica, treft men in beide disciplines gelijksoortige begrippen aan. “Vermogen” is een grootheid die heel bekend is in de elektronica, maar in wezen uit de algemene mechanica stamt. Hetzelfde geldt voor grootheden zoals “arbeid”, “kracht” en “energie”. Ook het moeilijke begrip “veld” werd het eerst in de algemene mechanica gedefinieerd en in een later stadium overgenomen in de elektrotechniek. Wie elektronica wil begrijpen, moet dus eerst enig inzicht hebben in de natuurkundige betekenis van dergelijke algemene mechanische begrippen.

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde

Het begrip massa

De massa, met als symbool m, van een voorwerp wordt door leken vaak verward met het gewicht van dat voorwerp. Toch zijn dat twee heel verschillende grootheden. Iedereen weet dat een mens, die in de ruimte in een capsule zit, gewichtloos is. Toch heeft deze ruimtereiziger wel degelijk massa!

Massa wordt in de mechanica omschreven als een hoeveelheid materie, bepaalt door de dichtheid ervan en de omvang. De omvang hangt uiteraard af van de afmetingen. De dichtheid is afhankelijk van het soort atomen of sub-atomaire deeltjes, waaruit de materie is samengesteld. Er bestaan namelijk lichte atomen, zoals bijvoorbeeld waterstof maar ook zware atomen, zoals bijvoorbeeld lood. Een blok lood heeft een veel grotere massa dan een wolk waterstofgas met dezelfde omvang.

Hier op aarde uit de massa van een voorwerp zich onder de vorm van het gewicht. Het gewicht is echter een kracht, die op de massa wordt uitgeoefend door de aantrekkingskracht van de aarde. Vandaar dat voorwerpen ver weg in de ruimte, waar het effect van de aantrekkingskracht van de aarde verwaarloosbaar klein is, wél massa, maar géén gewicht hebben!

Het begrip snelheid

Onder snelheid, met als symbool v, verstaat men de weg die een voorwerp in beweging aflegt per tijdseenheid.

Of:

snelheid = afgelegde weg gedeeld door tijd.

Onder de vorm van een formule is snelheid dus te omschrijven als:

$v = s/t$

De eenheid van snelheid volgt uit deze formule als m/s of, in woorden, meter per seconde. Zoals reeds geschreven is de snelheid een duidelijk voorbeeld van een vectoriële grootheid.

Het begrip versnelling

De versnelling, met als symbool a, van een voorwerp is de mate van toename of afname van de snelheid per tijdseenheid.

Of:

versnelling = snelheid gedeeld door tijd.

Wiskundig kan dit geschreven worden als:

$a = v/t$

De eenheid van versnelling is dus $^{m/s}/_{s}$ is m/s^2, meter per seconde kwadraat.

Het begrip kracht

Het begrip kracht, met als symbool F, is een belangrijke grootheid in de mechanica. Ook in de elektrotechniek wordt voortdurend met krachten gewerkt. Men weet bijvoorbeeld dat in de beeldbuis van een oscilloscoop de elektronen worden afgebogen over het scherm doordat er een kracht op wordt uitgeoefend.

Maar wat is nu precies een kracht?

Volgens de mechanica is kracht ieder *uitwendig* verschijnsel, dat de oorzaak is van een bewegingsverandering van een lichaam. Als een knikker in rust is en die knikker gaat plotseling over de tafel rollen, dan kan dit alleen doordat er een uitwendige kracht is op uitgeoefend. Als een rollende knikker opeens sneller of trager gaat rollen, of van richting verandert is ook dat een teken dat op de knikker een kracht is uitgeoefend.

Newton is de man die het begrip kracht wiskundig heeft kunnen definiëren. De

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde

kracht die op een voorwerp wordt uitgeoefend is gelijk aan het product van de massa m van het voorwerp en de versnelling a die het gevolg is van de kracht. Dat is vrij logisch. Het zal duidelijk zijn dat op een zwaarder lichaam een grotere kracht moet worden uitgeoefend om dezelfde versnelling tot gevolg te hebben. Wiskundig is kracht dus gelijk aan:

F = m * a

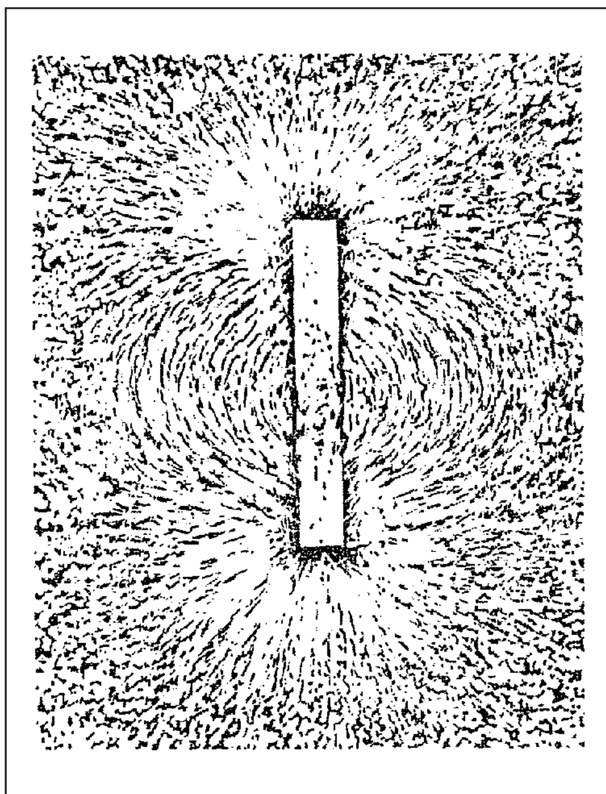
De eenheid van kracht is bijgevolg $kg.m/s^2$. Deze eenheid wordt tegenwoordig de Newton, met als afkorting N genoemd.
Ook de kracht is een vectoriële grootheid. Krachten kunnen immers in alle mogelijke richtingen op een voorwerp inwerken. De versnelling die daarvan het gevolg is zal het voorwerp in de richting van de vector van de kracht laten bewegen.

Het begrip veld
Iedere elektronicus neemt het woord veld nogal vaak in de mond. Men kent immers elektrische velden en magnetische velden. In de klassieke mechanica kent men bovendien het begrip aantrekkingsveld, ook wel gravitatieveld genoemd. Maar wat moet men zich nu bij zo'n veld voorstellen? Dat is een beetje moeilijk te omschrijven. Newton stelde dat voorwerpen elkaar aantrekken en dat hierdoor verklaard kan worden waarom voorwerpen naar het oppervlak van de aarde vallen en de aarde rond de zon blijft draaien. Maar als voorwerpen elkaar aantrekken, dan betekent dit dat zij elkaars beweging willen beïnvloeden en dus krachten op elkaar uitoefenen. Maar hoe was nu te begrijpen dat er in de lege ruimte tussen de zon en de aarde krachten zouden kunnen voorkomen? Men noemde dit “kracht op afstand”. Om dit enigszins te kunnen verklaren werd het begrip “veld” ingevoerd. Het veld moest worden opgevat als dat deel van de ruimte, waarin een bepaalde kracht zich kon manifesteren. Rond de zon zit dus een zwaartekracht- of gravitatieveld, voorwerpen die in dit veld aanwezig zijn ondervinden de aantrekkende kracht van de zon. Over hoe dat veld er zou moeten uitzien kon men zich in die tijd niets voorstellen.

Magnetisch veld
In de elektrotechniek doen zich vergelijkbare verschijnselen voor. Als men een sterke staafmagneet op een tafel bevestigt en nadien een ijzeren voorwerp in de buurt van de magneet brengt, dan voelt men heel duidelijk dat dit voorwerp wordt aangetrokken door de magneet. Het ijzeren voorwerp wil zich naar de magneet verplaatsen. Dat is dus een bewegingsverandering en volgens de definitie van kracht kan dit alleen veroorzaakt worden doordat de magneet kracht uitoefent op het voorwerp. Ook dit is dus een uiting van “kracht op afstand”. Omdat natuurkundigen gelijksoortige verschijnselen altijd onder een en hetzelfde begrip willen samenvatten werd die magnetische kracht op afstand toegeschreven aan “het magnetisch veld”. Dit veld is rond de staafmagneet aanwezig en heeft tot gevolg dat ijzeren voorwerpen, die in dit veld geplaatst worden, de aantrekkende kracht van de magneet ondergaan.
Het vreemde is nu dat dit magnetisch veld op een heel eenvoudige manier zichtbaar te maken is. Als men een staafmagneet onder een vel stijf papier legt en men strooit voorzichtig heel fijn ijzer-

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde

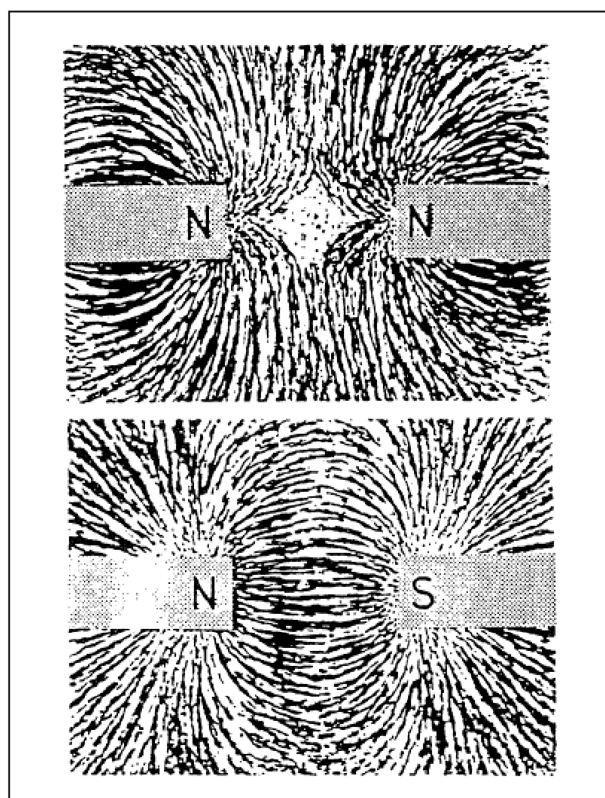
vijlsel op dit papier, dat stelt men vast dat de korreltjes ijzer zich volgens een bepaald patroon schikken. Dit is getekend in figuur 3/2.2-8.



Figuur 3/2.2-8: Het magnetisch veld dat rond een staafmagneet aanwezig is.

Dit patroon is de typische verschijningsvorm van het magnetisch veld rond de staafmagneet. De duidelijk herkenbare lijnen in het patroon noemt men de "veld- of krachtlijnen" van het magnetisch veld. Wat dat veld nu precies is weet men niet. Het is in ieder geval geen eigenschap van de tussenstof. Ook als men de magneet in een afgesloten ruimte zet en deze ruimte volledig luchtledig pompt zullen de ijzerdeeltjes zich op dezelfde manier schikken. Het veld is dus een fundamentele natuurkundige eigenschap van de lege ruimte en daar moeten wij mensen met ons beperkt voorstellingsvermogen het mee doen.

Velden kunnen elkaar beïnvloeden. Als men twee identieke staafmagneten op een kleine afstand van elkaar op een tafel fixeert en nadien het experiment herhaalt, dan ziet men dat de twee magnetische velden elkaars aanwezigheid "voelen" en op elkaar inwerken. De twee mogelijkheden zijn getekend in figuur 3/2.2-9.



Figuur 3/2.2-9: Magnetische velden kunnen elkaar beïnvloeden.

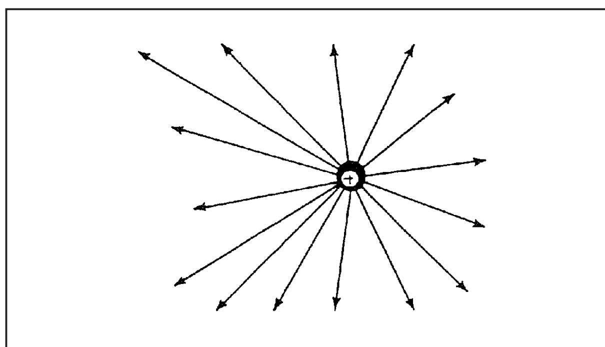
Als men de twee staafmagneten met de noordpolen tegen elkaar zet (boven), dan blijkt duidelijk dat de twee magnetische velden elkaar afstoten. De veldlijnen "duwen" tegen elkaar, waardoor de afstotende kracht van gelijknamige magnetische polen wordt verklaard. Zet men echter de noordpool van de ene mag-

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde

neet tegen de zuidpool van de andere (onder), dan vloeien de twee velden in elkaar over. Hierdoor wordt de aantrekkende kracht tussen niet gelijknamige magnetische polen verklaard.

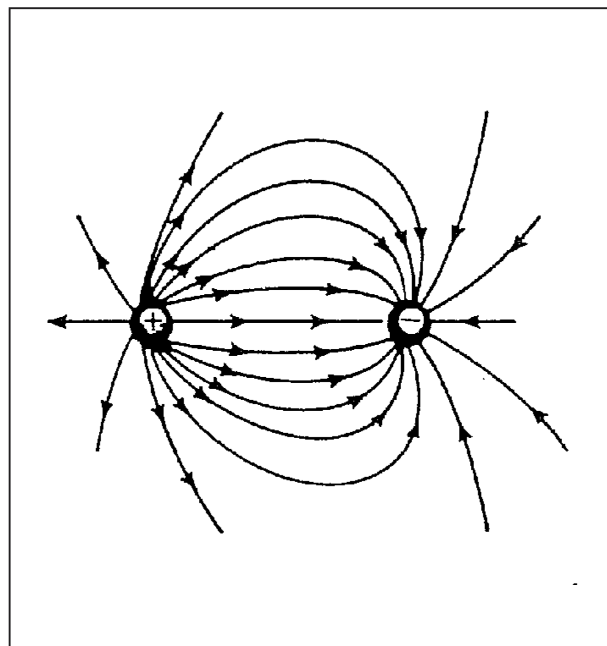
Elektrisch veld

Naast het gravitatie veld en het magnetisch veld bestaat er nog een derde fundamenteel natuurkundig veld: het elektrisch veld. Het was al lang bekend dat elektrisch geladen voorwerpen in staat zijn andere voorwerpen aan te trekken. Ook dit is een “kracht op afstand” en wordt dus verklaard door de aanwezigheid van een elektrisch veld in de lege ruimte. Men is in staat (zij het niet zo gemakkelijk als bij een magnetisch veld) ook dit elektrisch veld zichtbaar te maken.
Laadt men een kleine massa heel sterk elektrisch op, dan ontstaat een zogenoemde “puntlading”. Rond deze puntlading is een elektrisch veld aanwezig, waarvan de krachtlijnen verlopen zoals getekend in figuur 3/2.2-10. De elektrische krachtlijnen verlopen dus radiaal, dat betekent dat zij ontspruiten uit het middelpunt van de puntlading en zich volgens de richting van de stralen van het kleine bolletje in alle richtingen door de ruimte verspreiden.



Figuur 3/2.2-10: Het elektrisch veld rondom een puntlading.

Ook elektrische velden beïnvloeden elkaar. Zet men bijvoorbeeld een positief opgeladen puntlading in de buurt van een negatief opgeladen puntlading, dan ontstaat een verenigd elektrisch veld, zoals getekend in figuur 3/2.2-11. Let op de gelijkenis met het magnetisch veld!



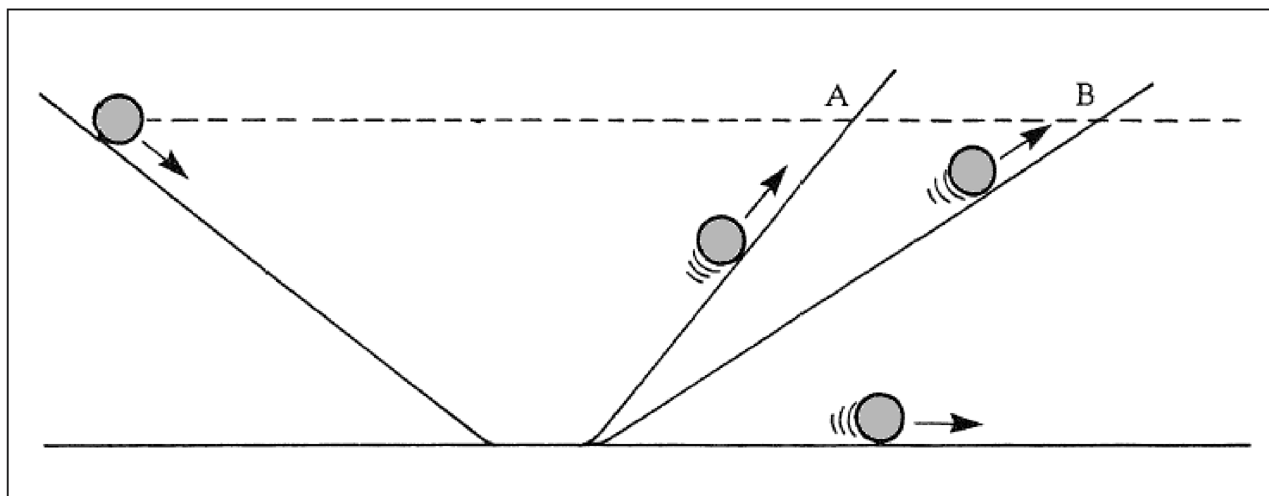
Figuur 3/2.2-11: Het radiale veld rond een positieve puntlading en het radiale veld rond een negatieve puntlading verenigen zich tot één samengesteld elektrisch veld.

Uit dit verschijnsel kan verklaard worden waarom positief en negatief geladen voorwerpen elkaar aantrekken.

Het begrip arbeid

Arbeid, met als symbool W, ontstaat wanneer een kracht een voorwerp verplaatst in dezelfde richting waarin de kracht op het voorwerp wordt uitgeoefend. De hoeveelheid arbeid is zowel afhankelijk van de grootte van de kracht als van de afstand van de verplaatsing.

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde



Figuur 3/2.2-12: Het experiment van Galilei, waarmee het begrip "energie" mechanisch werd gedefinieerd.

Wiskundig kan men dus arbeid beschrijven als:

W = F * s

De eenheid van arbeid is bijgevolg Nm (Newtonmeter), hetgeen in het dagelijkse spraakgebruik de J (Joule) wordt genoemd.

Het begrip energie

De "energiebedrijven" leveren ieder huishouden "elektrische energie". Het begrip energie is dus een woord dat gemeengoed is geworden in het dagelijkse spraakgebruik. Ook in de elektronica wordt vaak over energie gesproken. Zo wordt in een zonnecel energie, die opgesloten zit in de straling van de zon, omgezet in elektrische energie.
Maar wat in nu in feite energie en hoe kan men dit begrip wetenschappelijk definiëren? Om dat te begrijpen moet men terug naar het jaar 1630, toen Galilei zijn beroemde experimenten uitvoerde met rollende kogels.
Het experiment is geschetst in figuur 3/2.2-12.

Galilei liet een zware loden kogel van het linker hellend vlak rollen. Nadien moest de kogel weer tegen een tweede hellend vlak oprollen, waarvan de hoek verstelbaar was. Galilei stelde vast dat de hoogte A of B, die de kogel bereikte, volledig onafhankelijk was van de helling van het tweede hellend vlak. In beide gevallen kwam de kogel tot de hoogte waarop hij op het linker vlak was losgelaten. Op de een of andere manier "weet" de kogel dus vanaf welke hoogte hij werd losgelaten. Er blijft dus "iets" in de kogel behouden. Dat "iets" noemt men de energie die in de kogel ligt besloten op het moment dat hij wordt losgelaten. Die energie is er verantwoordelijk voor dat de kogel gaat rollen en dus arbeid verricht.
Volgens de wetten van de mechanica wordt energie dan ook gedefinieerd als de geschiktheid van een voorwerp om op een bepaald moment, onder gunstige omstandigheden, arbeid te leveren. Als zonlicht op het materiaal van een zonnecel valt, dan is de energie die in het licht ligt besloten in staat elektronen uit hun atoomverband te stoten. De elektronen verplaatsen zich onder invloed van een

kracht, er wordt dus arbeid verricht. Die arbeid is het gevolg van de energie die in het zonlicht zit.

Vormen van energie
Energie kan zich onder allerlei vormen uiten. Enige van de belangrijkste energie-uitingen worden nu in het kort besproken.

Thermische energie
Een van de belangrijkste uitingen van energie is warmte. Dit noemt men “thermische energie”. Dat de energie van de zonnestraling daartoe in staat is zal wel duidelijk zijn!

Mechanische energie
De kogel in het experiment van Galilei heeft “mechanische energie”. Als men de kogel naar zijn startpositie rolt moet men arbeid verrichten. Men oefent immers een kracht op de kogel uit, met als gevolg dat de kogel in de richting van de kracht gaat bewegen. Die arbeid wordt overgedragen op de kogel en geeft hem zijn mechanische energie. Het zal duidelijk zijn dat de mechanische energie van de kogel toeneemt als men hem hoger op het hellend vlak plaatst. Als de kogel in rust is in zijn uitgangspositie noemt men de energie die er in aanwezig is “potentiële energie”. Laat men de kogel los, zodat hij naar beneden rolt, dan wordt de potentiële energie omgezet in “kinetische energie”. Deze mechanische energie uit zich in de snelheid van de rollende kogel. Hoe sneller de kogel rolt, hoe meer kinetische energie er in de kogel aanwezig is.

Elektrische energie
Uit de verklaring van het elektrisch veld volgt dat dit veld voorwerpen die in het veld aanwezig zijn kan aantrekken. Er wordt dus een kracht op het voorwerp uitgeoefend met als gevolg dat het voorwerp in de richting van de kracht gaat bewegen. Er wordt arbeid verricht! Vandaar dat men zegt dat in een elektrisch veld “elektrische energie” aanwezig is. Het veld is in staat arbeid te verrichten. Dit is een zeer belangrijke definitie, want hieruit zal in een van de volgende hoofdstukken het begrip “elektrisch potentiaal” afgeleid kunnen worden!

Magnetische energie
Het zal nu wel zonder nadere toelichting duidelijk zijn dat ook in een magnetisch veld energie aanwezig is, die “magnetische energie” wordt genoemd.

Chemische energie
Als men in een ballon een mengsel van waterstof- en zuurstofgas brengt, gebeurt er verder niets. Brengt men nu echter een klein vonkje in dit mengsel, dan zal de ballon ontploffen, waarbij warmte vrij komt. Die warmte is thermische energie en die moet ergens vandaan komen. Men zegt dan ook dat in het gasmengsel “chemische energie” aanwezig is.

Eenheid en symbool
Omdat energie de geschiktheid van een voorwerp is om arbeid te verrichten zijn de eenheid en het symbool van energie gelijk aan deze van arbeid: de Joule en W. Meestal gebruikt men echter E als het symbool voor energie.

Wet van behoud van energie
Een belangrijke, zelfs zeer fundamentele wet uit de mechanica stelt dat energie niet verloren kan gaan. Energie kan alleen van de ene in de andere vorm worden omgezet. Elektrische energie wordt

in de verwarmingsspiraal van een strijkijzer omgezet in thermische energie. Dit wordt “de wet van het behoud van energie” genoemd. Chemische energie die in een gasmengsel aanwezig is, kan vrij gemakkelijk in thermische energie worden omgezet.
De totale hoeveelheid van energie gaat echter niet verloren!

Laag- en hoogwaardige energie
Wel is het zo dat men “hoogwaardige” en “laagwaardige” vormen van energie heeft ontdekt. Energie zet zich vrij gemakkelijk om van een hoogwaardige naar een laagwaardige toestand. Omgekeerd is echter nauwelijks mogelijk.
Het is dan ook fout om te stellen dat de energiecrisis wordt veroorzaakt doordat de mensheid de aanwezige energie op aarde verbruikt. Energie kan niet verbruikt worden! Beter is om te stellen dat de mensheid in korte tijd bezig is vormen van in tientallen miljoenen jaren opgebouwde hoogwaardige energie (chemische energie in steenkool, aardolie en aardgas) om te zetten in zeer laagwaardige energie, namelijk thermische energie.

Het begrip vermogen
Alweer een begrip dat in de elektronica voortdurend gebruikt wordt. Men spreekt immers van schakelingen die een bepaald vermogen moeten kunnen leveren en weerstanden die een bepaald vermogen moeten kunnen dissiperen.
Volgens de mechanica is vermogen, met als symbool P, niets anders dan de arbeid, die per eenheid van tijd geleverd wordt.
Wiskundig:

$P = W/t$

De eenheid van vermogen is dus J/s (Joule per seconde of Newtonmeter per seconde), hetgeen wordt afgekort tot W (Watt).

Overzicht

Alle behandelde grootheden op een rij
Tot slot van dit hoofdstuk wordt in de tabel van figuur 3/2.2-13 een overzicht gegeven van alle behandelde mechanische grootheden, hun symbolen in formules, hun eenheden, de afkorting van de eenheden en eventuele mechanische definities.

De stroom
De definitie van elektrische stroom wordt nu nog niet gegeven, deze komt in een van de volgende hoofdstukken aan de orde. Op dit moment volstaat het om te onthouden dat de eenheid van de elektrische stroom de ampère is, het symbool I en de afkorting A.

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde

GROOTHEID	SYMBOOL	EENHEID	AFKORTING	DEFINITIE
lengte	s	meter	m	
massa	m	kilogram	kg	
tijd	t	seconde	s	
elektrische stroom	I	ampère	A	wordt later gegeven
temperatuur	T	graad kelvin	°K	
snelheid	v	meter per seconde	m/s	
versnelling	a	meter per seconde kwadraat	m/s^2	
kracht	F	newton	N	$1\ N = 1\ kgm/s^2$
arbeid	W	joule	J	1 J = 1 Nm
energie	W, E	joule	J	1 J = 1 Nm
vermogen	P	watt	W	1 W = 1 J/s 1 W = 1 Nm/s

Figuur 3/2.2-13: Overzicht van de behandelde grootheden en hun definities.

2.2 De plaats van de elektronica in de natuurkunde

3/3

Elektronische onderdelen en hun eigenschappen

Inhoud

3/3.17 Liquid Crystal Display's (LCD's)
(verschenen in de 32e aanvulling)

3/3.18 Optische koppelaars
(verschenen in de 40e aanvulling)

3/3.19 Hall-effect generator/veldsensor
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/3.20 Operationele versterkers
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/3.21 Elektronenbuizen
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/3.22 Transformatoren
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/3.23 Accu's en batterijen
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/3.24 Microprocessors
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/3.25 Kristallen en frequentie-referenties
(verschenen in de 29e aanvulling)

3/3.26 Relais
(verschenen in de 8e aanvulling)

3/3.27 Microfoons: typen, specificaties en schakelingen
(verschenen in de 83e aanvulling)

3/3.28 Luidsprekers
(verschenen in de 11e aanvulling)

3/3.29 Motoren
(verschenen in de 11e aanvulling)

3/3.30 Gedrukte bedrading
(verschenen in de 12e aanvulling)

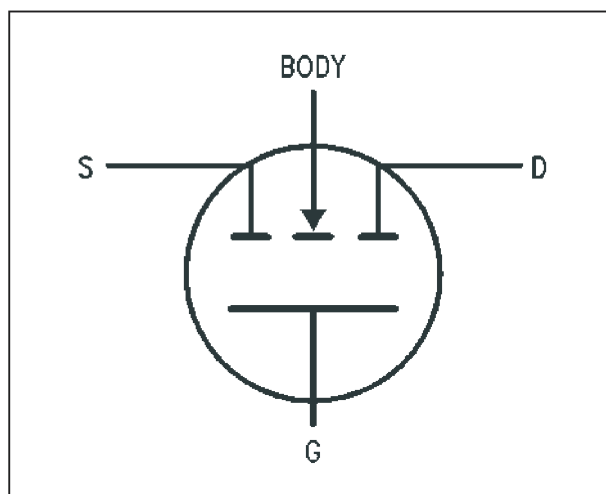
3/3.31 Magneetkoppen
(verschenen in de 12e aanvulling)

3/3.9.1

MOSFET, Metal Oxide Silicon Field Effect Transistor

Technologie

Inleiding
De moderne MOSFET's, letterwoord van "Metal Oxide Silicon Field Effect Transistor", zijn N-kanaal enhancement-mode, dubbel gediffundeerde silicium FET's op basis van metaaloxide. Het symbool van een dergelijke transistor is voorgesteld in figuur 3/3.9.1-1. Schakeltechnisch bekeken werken zij net zoals bipolaire NPN transistoren, met als voornaamste verschil dat een bipolaire transistor door een ***basisstroom*** wordt gestuurd en een MOSFET door een ***gate-spanning***.

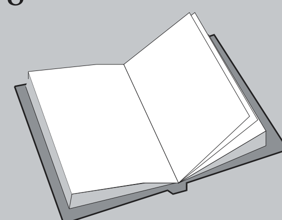


Figuur 3/3.9.1-1: Het algemeen symbool van de MOSFET familie van halfgeleiders.

MOSFET's worden voornamelijk in de vermogenselektronica toegepast. Dit heeft te maken met het feit dat het meerderheidsladingsdragers zijn, waardoor zij zeer snel kunnen schakelen van geleiden naar sperren en omgekeerd. Bovendien hebben zij een zeer hoge ingangsimpedantie. Tot slot hebben zij geen last van thermische lawine-effecten, zodat zij zelfs onder de zwaarste externe condities zeer stabiel blijven werken.

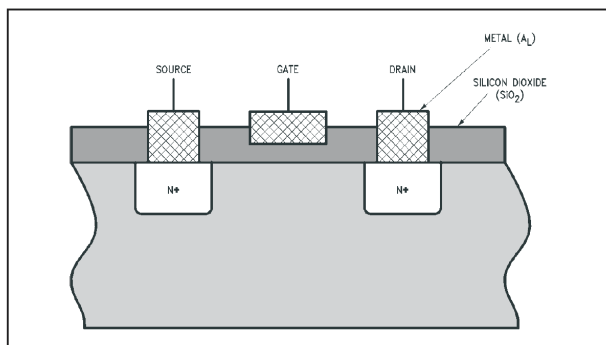
De werking van een MOSFET
De werking van een MOSFET wordt toegelicht aan de hand van figuur 3/3.9.1-2. U ziet hier een doorsnede door het materiaal waaruit het onderdeel is vervaardigd. Als er geen stuurspanning op de gate wordt aangelegd, kan er geen stroom onder de gate doorstromen, vanwege het feit dat er steeds een niet gelei-

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/3.9
Hoofdstuk 3/11.1
Hoofdstuk 6/100.78

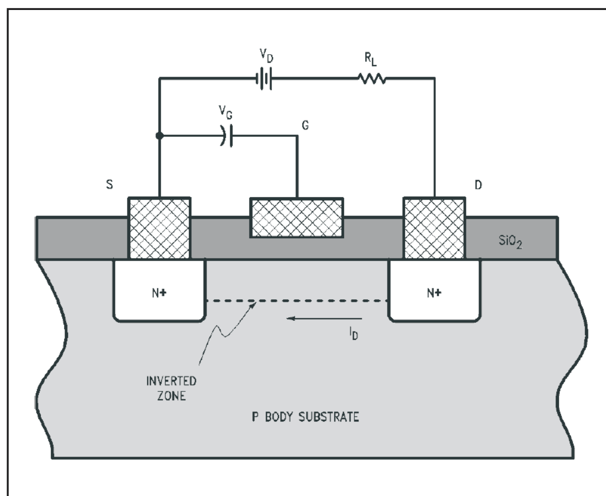


3.9 Fieldeffecttransistor (FET)

dende PN-junctie aanwezig is. Wordt er een spanning op de gate aangelegd, positief ten opzichte van de source S, dan verandert de situatie dramatisch. Dit is voorgesteld in figuur 3/3.9.1-3.



Figuur 3/3.9.1-2: Doorsnede door een niet geleidende MOSFET.



Figuur 3/3.9.1-3: Doorsnede door een geleidende MOSFET.

Rond de gate ontstaan vrije gaten, die een zogenaamd "kanaal" creëren tussen source en drain. Het gevolg is dat er vrije elektronen kunnen migreren van de drain naar de source en er dus een elektronenstroom door het onderdeel gaat vloeien. Deze elektronen vormen de meerderheidsladingsdragers van het halfgeleidende systeem. Deze geleidingsmodus wordt de "depletion mode" genoemd, de sperrende modus de "enhancement mode".

Voordelen van de MOSFET

De voordelen van het gebruik van MOSFET's zijn:

- zeer laag gate vermogen:
  nadat de zeer kleine gate/source-capaciteit is opgeladen, vloeit er geen stroom in de gate;
- zeer snelle schakeltijd:
  elektronen kunnen van drain naar source gaan vloeien op het moment dat het kanaal opent, op het moment dat de gatespanning wegvalt sluit het kanaal en houdt de elektronenstroom op.

Nadelen van de MOSFET

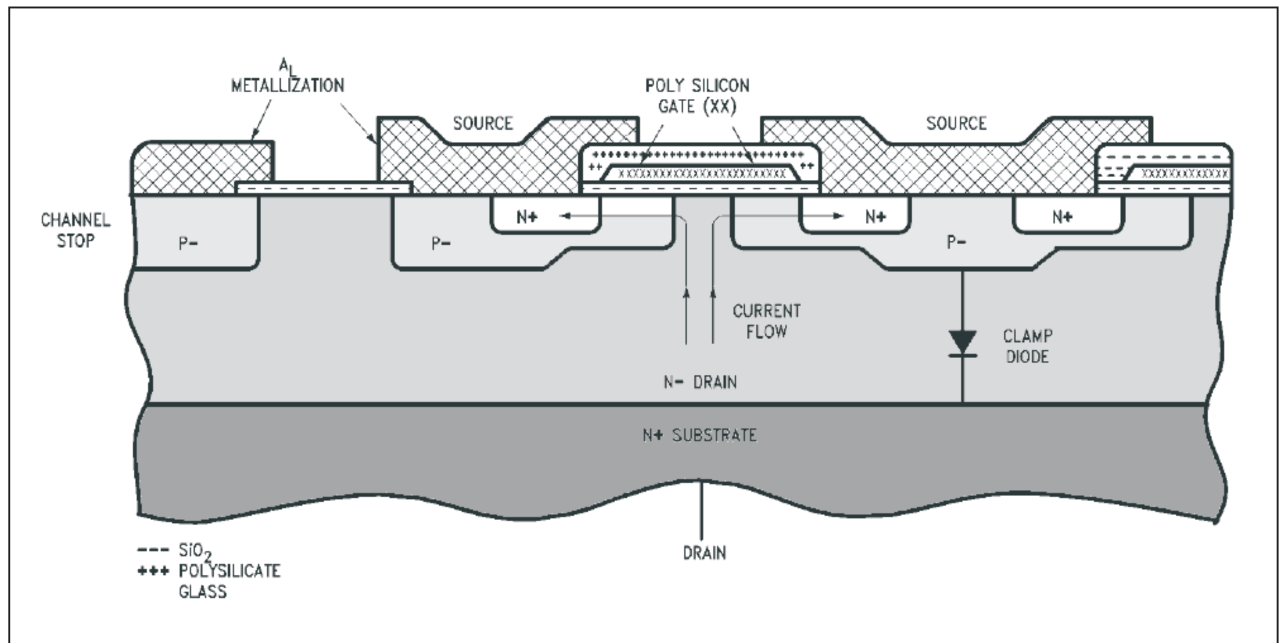
De MOSFET heeft helaas ook een paar nadelen:

- hoge kanaalweerstand:
  dit is een gevolg van de typisch constructie van het onderdeel, waarbij de gate tussen de source en de drain zit, het lange geleidingspad tussen source en drain heeft een vrij hoge inwendige weerstand;
- prijzig:
  men kan de weerstand verlagen door de kanaalbreedte toe te laten nemen, maar dit vergt veel duur halfgeleidend basismateriaal.

Vertical of DMOSFET

Om het bezwaar van de hoge kanaalweerstand te elimineren heeft men een nieuwe technologie ontwikkeld, die door het leven gaat als vertical MOSFET of DMOSFET. De constructie van een dergelijk onderdeel is voorgesteld in figuur 3/3.9.1-4. De source is nu cirkelvormig uitgevoerd, met in het midden een uitsparing voor de gate.

3.9 Fieldeffecttransistor (FET)

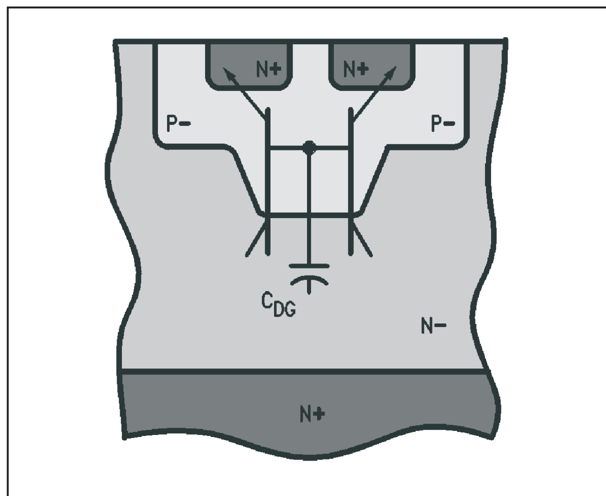


Figuur 3/3.9.1-4: De constructie van een DMOSFET.

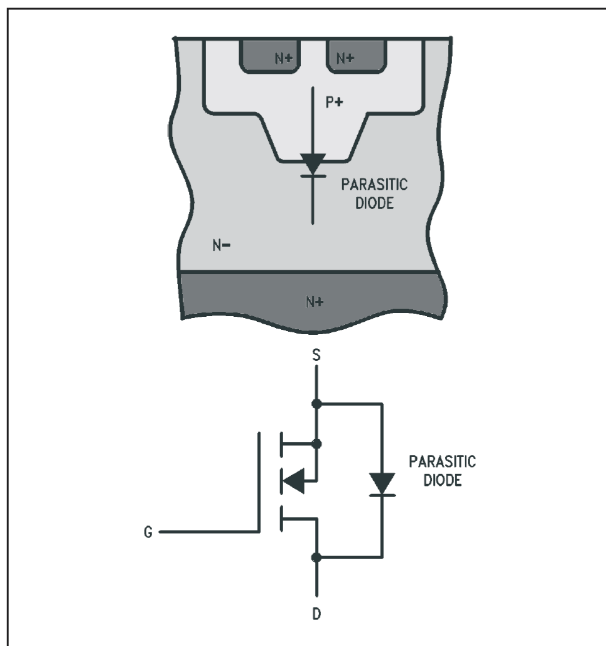
De drain is als een compacte massa halfgeleidermateriaal aan de onderzijde van de constructie aanwezig. Als de spanning op de gate het kanaal opent vloeit de elektronenstroom van drain naar source onder de gate door.
In eerste instantie lijkt dit geen verbetering op te leveren, maar het is constructief gezien geen enkel probleem om duizenden van dergelijke source/gate-eilandjes in het halfgeleidermateriaal te implanteren. Deze worden parallel geschakeld, waardoor er duizenden kanaaltjes worden geopend en er duizenden stroompjes van drain naar de duizenden sources gaan vloeien. Het gevolg is dat de AAN-weerstand $R_{DS(ON)}$ van het onderdeel dramatisch daalt.
Er zijn nogal wat geometrieën mogelijk, zoals ronde, vierkante, driehoekvormige en veelhoekvormige sources. Al die geometrieën hebben hun eigen voor- en nadelen. In het algemeen kunt u echter stellen dat alle moderne MOSFET's met spanningen tot 300 V volgens de in figuur 3/3.9.1-4 voorgestelde basisgeometrie zijn gemaakt.

Paracitaire diode
De allereerste versies van MOSFET's waren nogal gevoelig voor spanningsdoorslag als gevolg van spanningstransiënten. Bovendien wilden deze onderdelen wel eens gaan geleiden als de spanning tussen drain en source te snel steeg, het bekende $\Delta V/\Delta t$ verschijnsel. Dit verschijnsel kan worden verklaard door de inherente aanwezigheid van een paracitaire NPN transistor, zie figuur 3/3.9.1-5. De stroom die noodzakelijk is om de capaciteit tussen drain en gate op te laden, vloeit ook in de basis van deze paracitaire transistor en veroorzaakt de ongewenste geleiding. Dit verschijnsel kan worden voorkomen door de N+ bron kort te sluiten met de P+ basis door het toepassen van metallisatie van de source. Het gevolg hiervan is echter dat er een paracitaire diode ontstaat die anti-parallel staat aan de MOSFET, zie figuur 3/3.9.1-6.

3.9 Fieldeffecttransistor (FET)



Figuur 3/3.9.1-5: De aanwezigheid van een inherente NPN transistor in de constructie van de MOSFET.

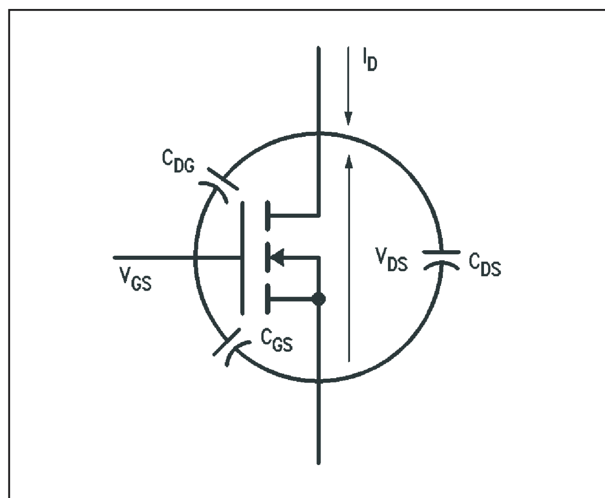


Figuur 3/3.9.1-6: De interne paracitaire diode, boven in de constructie van de MOSFET, onder als schakelschema.

Deze diode heeft vooral op HF-gebied funeste gevolgen op de specificaties van de MOSFET. Vandaar dat u bij HF-toepassingen vaak een externe zeer snelle diode parallel over de MOSFET zult aantreffen, die de slechte eigenschappen van de interne paracitaire diode compenseert.

Specificaties

Schakelen van een MOSFET
Zoals bij ieder actief onderdeel hangen de schakelkarakteristieken van een MOSFET af van de paracitaire capaciteiten tussen de drie aansluitpennen. In figuur 3/3.9.1-7 hebben wij een vereenvoudigde voorstelling getekend van deze capaciteiten. Figuur 3/3.9.1-8 geeft een grafische weergave van de schakelkarakteristieken bij een zuiver ohmse belasting.

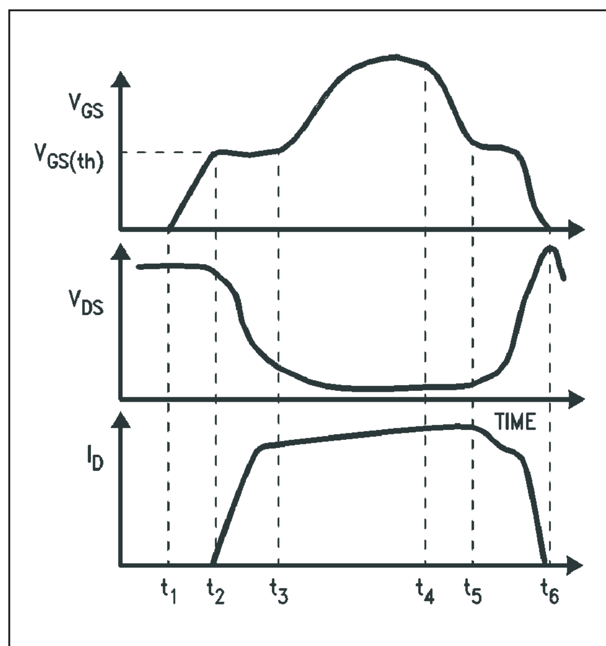


Figuur 3/3.9.1-7: De paracitaire capaciteiten van een MOSFET.

Het volledige in- en uitschakel tijdinterval t1 tot en met t6 kan ingedeeld worden in een aantal karakteristieke Δt's:

– Interval t1 < t < t2:
  Deze initiële turn-on tijd $t_{d(on)}$ wordt bepaald door de tijd die de gate/source-spanning nodig heeft om exponentieel te stijgen tot de drempelspanning $V_{GS<th>}$. De tijdconstante van deze

actie wordt bepaald door R_S * C_{GS}. Hierbij staat R_S voor de inwendige impedantie van de bron die de gate van de MOSFET voedt. Als u een generatorimpedantie van 50 Ω in gedachten houdt en een reële waarde van 600 pF voor de C_{GS} invult, is $t_{d(on)}$ ongeveer gelijk aan 11 ns. Noteer dat het dus zeer belangrijk is de impedantie van de aansturende schakeling zo laag mogelijk te maken! Vaak wordt dit vergeten, MOSFET's hebben immers tóch een heel hoge ingangsimpedantie. Dat de bron de C_{GS} moet opladen wordt maar al te vaak vergeten.



Figuur 3/3.9.1-8: De schakelkarakteristieken van de MOSFET.

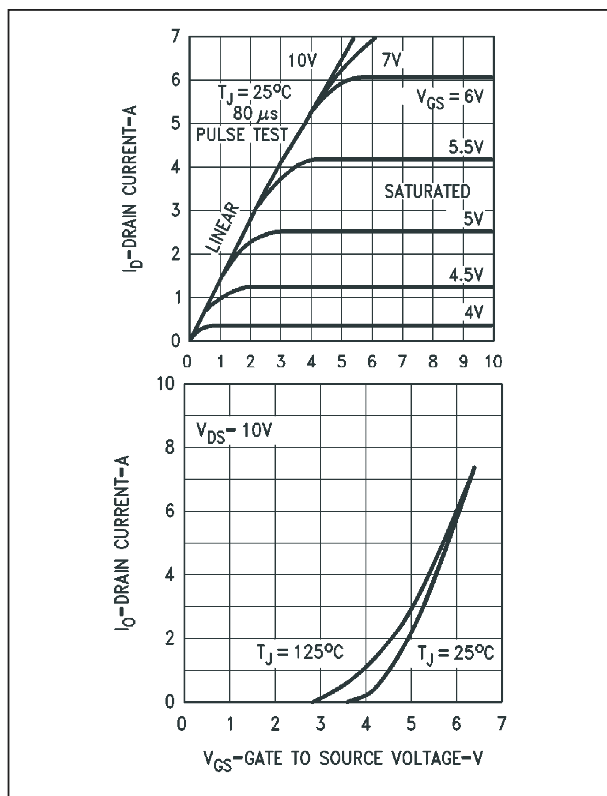
– Interval t2 < t < t3:
  De V_{GS} heeft nu de drempelwaarde bereikt, met als gevolg dat de MOSFET begint te geleiden. Het gevolg is dat de spanning V_{DS} gaat dalen. In dit tijdsinterval moet C_{DG} ontladen. Uit het equivalent schema van figuur 3/3.9.1-7 blijkt dat dit ontladen via de bron gebeurt. Ook nu is het dus zeer belangrijk dat de bron een zo laag mogelijke impedantie heeft. Hoe hoger de impedantie van de bron, hoe langer dit interval duurt.
– Interval t3 < t < t4:
  De MOSFET staat nu in de AAN-modus, de gate/source-spanning zal, afhankelijk van de spanning van de bron, verder gaan stijgen. Deze stijging heeft echter nauwelijks invloed op het gedrag van de halfgeleider. Het heeft dus weinig zin de MOSFET met veel meer dan de drempelspanning aan te sturen.
– Interval t4 < t < t5:
  De MOSFET moet uitschakelen, de spanning tussen gate en source moet worden verlaagd tot de drempelwaarde. Hoe hoger de stuurspanning die op de gate wordt gezet, hoe langer het duurt voor de V_{GS} is gedaald tot deze drempel.
– Interval t5 < t < t6:
  De spanning op de gate is gedaald tot de drempelwaarde, de inwendige weerstand van de MOSFET neemt toe, de stroom I_D begint te dalen en de spanning V_{DS} begint te stijgen. Deze stijging wordt echter vertraagd door het feit dat de paracitaire capaciteit C_{DG} via de impedantie van de bron én de belastingsimpedantie van de MOSFET wordt opgeladen.

Uiteraard zijn deze verschijnselen in de figuur overdreven voorgesteld.

Karakteristieken van de MOSFET

De karakteristieken van een MOSFET zijn te vergelijken met deze van de oeroude buis. In figuur 3/3.9.1-9 zijn de I_D = f (V_{DS}) en de I_D = f (V_{GS}) karakteristieken van een typische moderne MOSFET weergegeven.

3.9 Fieldeffecttransistor (FET)



Figuur 3/3.9.1-9: De twee belangrijkste karakteristieken van de MOSFET.

Er zijn twee duidelijk te onderscheiden werkingsgebieden:

– Lineair:
  In dit gebied is de spanning over het interne kanaal nog niet groot genoeg om de meerderheidsladingsdragers hun maximale driftsnelheid te geven. De statische weerstand $R_{DS(ON)}$ is vrij constant en wordt gedefinieerd door de verhouding tussen de drain/source-spanning en de drainstroom. In dit gebied kan een MOSFET dus als lineaire versterker worden gebruikt, waarbij de drainstroom afhankelijk is van de spanning tussen gate en source.
– Saturated:
  In dit gebied is de spanning over het interne kanaal zo groot, dat de meerderheidsladingsdragers mat maximale driftsnelheid door het kristal vloeien. De drainstroom blijft dus constant op de maximale waarde. In dit gebied gedraagt de MOSFET zich dus als een constante stroombron. Opgemerkt kan worden, dat de stroom die door de MOSFET vloeit in dit gebied afhankelijk is van de grootte van de spanning tussen gate en source.

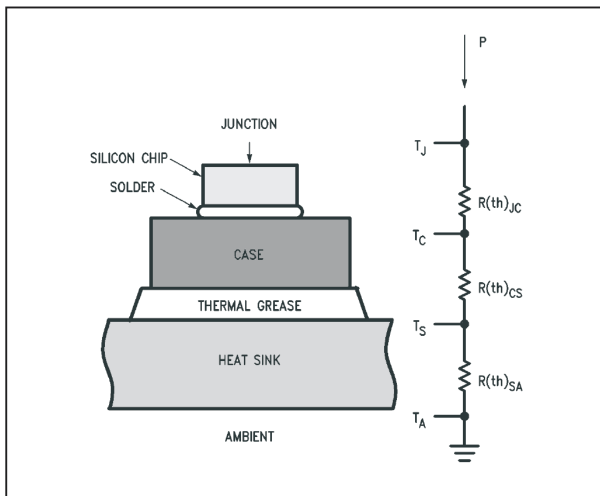
De threshold spanning

De threshold spanning $U_{GS(th)}$ is de minimale spanning tussen gate en source waarbij drainstroom begint te vloeien. Deze spanningsdrempel kan gemakkelijk worden afgeleid uit de onderste grafiek van figuur 3/3.9.1-9. U ziet in deze grafiek dat de threshold spanning afhankelijk is van de temperatuur en rond 3,5 V ligt. De $V_{GS(th)}$ heeft een negatieve temperatuurscoëfficiënt van ongeveer -7 mV/°C.

Het statische thermische model

Zoals alle onderdelen die hoge vermogens moeten verwerken, zal een MOSFET in de meeste gevallen behoorlijk warm worden. Alle datasheets bevatten gegevens over de maximale junctietemperatuur $T_{J(max)}$ die toelaatbaar is. Deze temperatuur is in de praktijk echter niet te meten en vandaar dat het belangrijk is zich te verdiepen in het thermische model van een MOSFET. In figuur 3/3.9.1-10 is het elementaire thermische model van iedere halfgeleider voorgesteld, mét het equivalente elektrische schema.
De warmte stroomt uiteraard van boven naar beneden, van de junctie via de behuizing van de MOSFET naar de koelplaat. De temperatuursverhoging van de junctie is recht evenredig met de hittestroom en de thermische weerstand tussen de junctie en de omgeving.

3.9 Fieldeffecttransistor (FET)



Figuur 3/3.9.1-10: Het elementaire thermische model dat ook voor een MOSFET bruikbaar is.

De thermische weerstand tussen twee willekeurige punten x en y wordt uitgedrukt door de formule:

$R_{(th)XY} = (T_y - T_x)/P$

met:
- T_x:
  de gemiddelde temperatuur van punt x;
- T_y:
  de gemiddelde temperatuur van punt y;
- P:
  de gemiddelde thermische stroom in W.

Het bepalen van een thermische weerstand heeft dus alleen maar zin als u de temperatuur op twee referentiepunten x en y van het systeem kunt meten of berekenen. Het thermische model geeft een symbolische weergave van de referentiepunten van het systeem:
- de junctie temperatuur T_J;
- de temperatuur van de halfgeleider behuizing T_C;
- de temperatuur van de koelplaat T_S;
- de omgevingstemperatuur van de lucht T_A.

Met deze vier referentiepunten kunt u de vier thermische weerstanden in het systeem definiëren:
- $R_{(th)JC}$:
  de thermische weerstand tussen junctie en halfgeleider behuizing;
- $R_{(th)CS}$:
  de thermische weerstand tussen de halfgeleider behuizing en de koelplaat;
- $R_{(th)SA}$:
  de thermische weerstand tussen de halfgeleider behuizing en de omgeving.

De drie thermische weerstanden staan is serie, zodat de totale thermische weerstand gelijk is aan:

$R_{(th)JA} = R_{(th)JC} + R_{(th)CS} + R_{(th)SA}$

De fabrikant van de MOSFET is verantwoordelijk voor $R_{(th)JC}$ en $R_{(th)CS}$, de gebruiker van de MOSFET moet de waarde van $R_{(th)SA}$ zo laag mogelijk zien te krijgen.
Uit combinatie van de verschillende formules kunt u de junctie temperatuur T_J afzonderen:

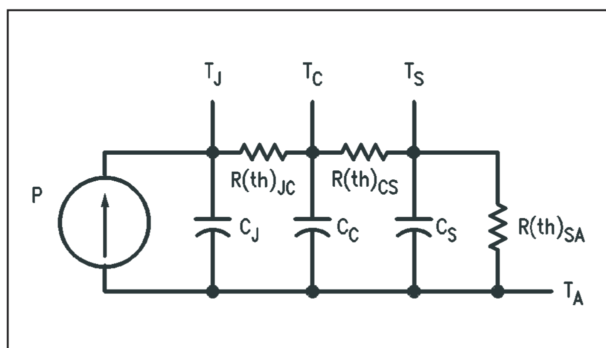
$T_J = T_A + P_X * [R_{(th)JC} + R_{(th)CS} + R_{(th)SA}]$

Uit deze formule kunt u gemakkelijk de maximale junctietemperatuur berekenen, die in een bepaalde toepassing zal ontstaan.

Het dynamisch thermische model
Het nadeel van de opgestelde formule is dat deze een uitdrukking geeft van de statische temperatuur van de junctie. MOSFET's worden echter in de praktijk meestal in dynamische schakelingen ingezet, waarbij het in de MOSFET gedissi-

3.9 Fieldeffecttransistor (FET)

peerde vermogen niet constant is maar pulsvormig verloopt. In een dergelijke situatie kunt u erg weinig met de opgestelde formule. Het is dus noodzakelijk een dynamisch model op te stellen dat u kunt gebruiken voor het berekenen van de pulserende thermische belasting van de MOSFET.
Zo'n dynamisch model is voorgesteld in figuur 3/3.9.1-11.



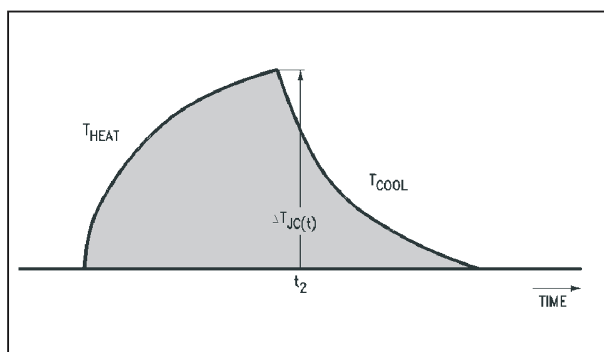
Figuur 3/3.9.1-11: Het dynamisch thermische model van een MOSFET.

Naast de thermische weerstanden krijgt u nu ook te maken met de thermische capaciteiten C_J, C_C en C_S. Deze stellen de "capaciteit" voor van de onderdelen van het systeem, dus de mate waarin deze onderdelen pulsvormig toegevoerde warmte op kunnen slaan en langzaam weer af kunnen staan.
Als opeens pulsvormig vermogen in de MOSFET wordt geïntroduceerd zal de temperatuur van de junctie exponentieel gaan stijgen, zie figuur 3/3.9.1-12. Wordt op tijdstip t2 het vermogen afgeschakeld, dan zal de temperatuur van de junctie weer volgens het voorgestelde verloop gaan dalen.
De transiënt thermische weerstand op tijdstip t wordt gegeven door de uitdrukking:

$$Z_{(th)JC} = [\Delta T_{JC(t)} / P]$$

Het superpositie model

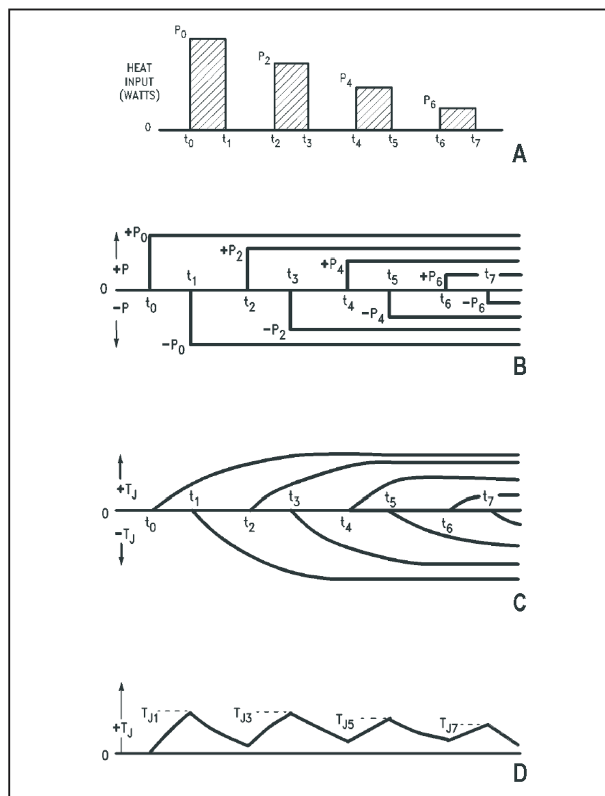
De gegeven formule voor de transiënt thermische weerstand is bruikbaar als u maar één vermogenspuls aan de MOSFET toevoert, maar wordt erg ingewikkeld als de MOSFET wordt belast met een aantal pulsvormige belastingen, zoals dat in de praktijk meestal het geval is.



Figuur 3/3.9.1-12: Het verloop van de junctietemperatuur bij een pulsvormige belasting van een MOSFET.

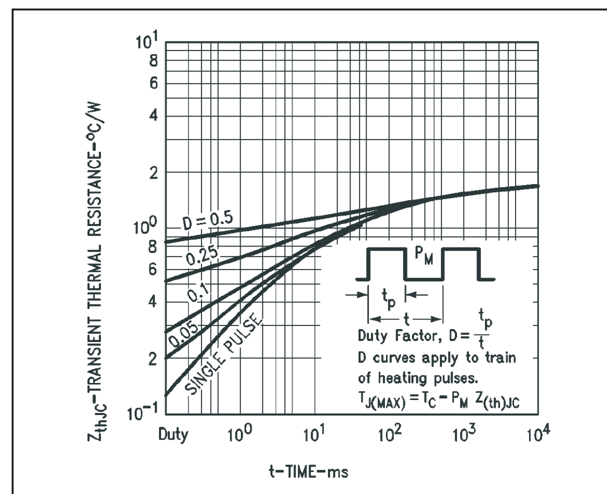
Als u het woord "dynamisch" leest, denk u immers onmiddellijk aan ingewikkelde wiskunde met differentiële vergelijkingen en integratoren. Zuiver wiskundig klopt dat ook, maar gelukkig bestaat er een systeem waarmee u een benaderend dynamisch model kunt opstellen dat in de praktijk bruikbaar is. Dit model gaat uit van ***superpositie***. Bij dit model wordt de response van een systeem op een willekeurige inputfunctie berekend door de input te vervangen door een aantal positieve en/of negatieve stapfuncties. In figuur 3/3.9.1-13 wordt als voorbeeld een aantal warmtepulsen voorgesteld, die aan de MOSFET worden toegevoerd. Door superpositie van deze vier pulsen kunt u op een vrij eenvoudige grafische manier de actuele piektemperatuur van de junctie op ieder moment van het proces uittekenen.

3.9 Fieldeffecttransistor (FET)



Figuur 3/3.9.1-13: Het toepassen van het superpositie model op een reeks van vier thermische pulsen die aan de MOSFET worden toegevoerd.

In figuur 3/3.9.1-13b wordt het principe van superpositie op de vier pulsen toegepast. In figuur 3/3.9.1-13c wordt een plot gegeven van de temperatuur response op de individuele pulsen. In figuur 3/3.9.1-13d ziet u hoe de superpositie wordt gebruikt om de totale topwaarden van de temperatuur te bepalen. De meeste fabrikanten van MOSFET's publiceren de grafiek van figuur 3/3.9.1-14 in het datasheet. Uit deze grafiek kunt u de toename van $Z_{(th)JC}$ bepalen als de MOSFET pulsvormig wordt aangestuurd met een bepaalde AAN/UIT-verhouding. Een dergelijke grafiek maakt het zélf berekenen van de maximale junctietemperatuur bij een bepaalde belasting natuurlijk wel héél gemakkelijk!



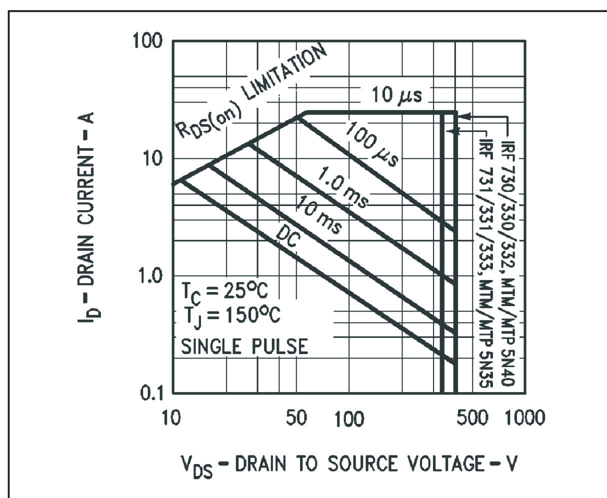
Figuur 3/3.9.1-14: De zogenaamde "genormaliseerde" curve van de junctietemperatuur die bij de specificaties van de meeste MOSFET's wordt gepubliceerd.

Safe Area Operation

MOSFET's hebben geen last van second breakdown, een verschijnsel dat bij bipolaire transistoren berucht is. Second breakdown is een catastrofale conditie die bij bipolaire transistoren kan ontstaan door het optreden van zogenaamde thermische "hot spot's" in het halfgeleidermateriaal. Hierdoor wijzigt de stroomverdeling waardoor plaatselijk zware overbelasting van en smelt in het halfgeleidermateriaal kan optreden.
Het halfgeleidermateriaal van een MOSFET heeft een positieve temperatuurscoëfficiënt van ongeveer 0,6 %/°C. Als de drainstroom zich, om bepaalde fysisch ingewikkelde redenen, gaat samentrekken in kleine gebieden van het materiaal zullen deze gebieden meer vermogen dissiperen dan de rest van het kristal. Hierdoor neemt de tem-

3.9 Fieldeffecttransistor (FET)

peratuur van deze “hete vlekken” toe, met als gevolg dat de weerstand plaatselijk toeneemt. Het gevolg is dat er een nieuwe stroomverdeling gaat optreden die de stroom langs de “hot spot’s” met hun hoge inwendige weerstand leidt.
Conclusie is dat het verschijnsel van het ontstaan van “hot spot’s” zichzelf herstelt en er van second breakdown geen sprake kan zijn.
De “safe area” van een MOSFET wordt, zoals duidelijk blijkt uit de grafiek van figuur 3/3.9.1-15, dus alleen maar bepaald door de thermische begrenzingen van de chip en niet door de grenzen van de second breakdown. Uit deze grafiek volgt dat, hoewel een MOSFET een heel robuust onderdeel is, tóch vernieling kan optreden door buiten de “safe area” te werken.



Figuur 3/3.9.1-15: De “Safe Area Operation” grafiek van de MOSFET IRF330.

AAN-weerstand $R_{DS(on)}$

De AAN-weerstand van een MOSFET is een heel belangrijk gegeven, omdat deze weerstand bepaalt hoeveel stroom er door het onderdeel kan vloeien zonder dat de maximale junctietemperatuur wordt overschreden. Als u een MOSFET in geleiding stuurt valt de drain/source-spanning terug tot een zeer lage waarde en de AAN-weerstand wordt simpelweg gedefinieerd door de wet van Ohm, dus spanning gedeeld door stroom:

$$R_{DS(on)} = V_{DS(on)} / I_D$$

Het vermogen dat in de MOSFET wordt gedissipeerd wordt dan uiteraard gegeven door de bekende formule:

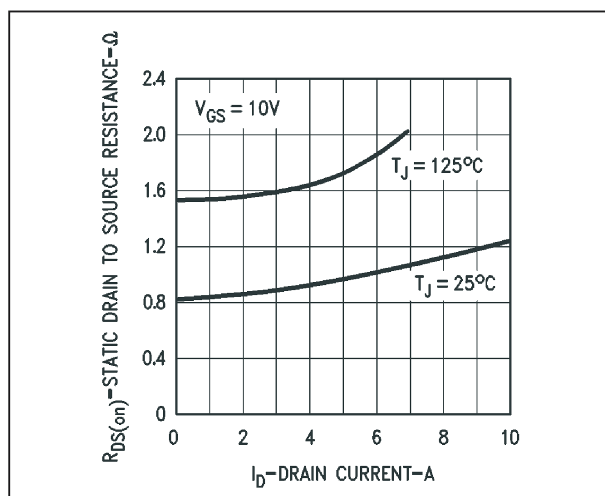
$$P_C = I^2_{D(RMS)} * R_{DS(on)}$$

Om de AAN-weerstand te minimaliseren moet u de gate/source-spanning zo instellen dat de halfgeleider in ieder geval in het lineaire deel van de grafiek van figuur 3/3.9.1-9 blijft werken. Bij de MOSFET’s van de reeks IRFxxx moet u rekening houden met een stuurspanning van ongeveer 10 V. Om u een idee te geven van de waarde van de AAN-weerstand is in de grafiek van figuur 3/3.9.1-16 deze grootheid uitgezet in functie van de drainstroom voor een IRF330. Merk op dat de inwendige weerstand stijgt als de temperatuur toeneemt, niet verbazingwekkend, immers het materiaal heeft een positieve temperatuurscoëfficiënt.

Parallel schakelen van MOSFET’s

Het feit dat de AAN-weerstand stijgt als de drainstroom toeneemt heeft een groot voordeel. U kunt diverse MOSFET’s parallel schakelen zonder speciale maatregelen te moeten treffen. U weet wellicht dat als u bipolaire transistoren parallel schakelt u kleine weerstanden in de emitters moet opnemen om de stroom evenredig over de parallel geschakelde transistoren te verdelen.

3.9 Fieldeffecttransistor (FET)



Figuur 3/3.9.1-16: Het verloop van de AAN-weerstand in functie van de drainstroom en voor twee verschillende temperaturen.

Bij MOSFET's hoeft dit niet, want als één van de MOSFET's meer stroom zou gaan trekken, dan neemt zijn AAN-weerstand toe, met als gevolg dat de overige MOSFET's meer stroom toegedeeld krijgen. Het systeem zorgt zélf automatisch voor een goede stroomverdeling.

Transconductantie g_{fs}
Een MOSFET is een spanningsgestuurde versterker, net zoals een ouderwetse buis. Vandaar dat voor een MOSFET het ouderwetse begrip transconductantie weer actueel wordt. De transconductantie g_{fs} oftewel de geleiding is een grootheid die in Siemens wordt uitgedrukt en gelijk is aan de stroomvariatie gedeeld door de spanningsvariatie. In formulevorm:

$$g_{fs} = \Delta I_D \;/\; \Delta V_{GS}$$

Uit deze formule volgt dat de Siemens gelijk is aan de A/V.
De transconductantie van een MOSFET is afhankelijk van het instellingspunt. De transconductantie is 0 S als de gate/source-spanning kleiner is dan de threshold en stijgt naar een bepaalde eindige waarde als de MOSFET volledig in stroomverzadiging wordt gestuurd. In de meeste gevallen wordt de transconductantie gespecificeerd bij een drain/source-spanning van 20 V en bij een drainstroom van de helft van de maximale waarde. De transconductantie is een belangrijke grootheid bij het ontwerpen van lineaire versterkers, maar heeft geen enkele betekenis bij het ontwerpen van schakelende applicaties.

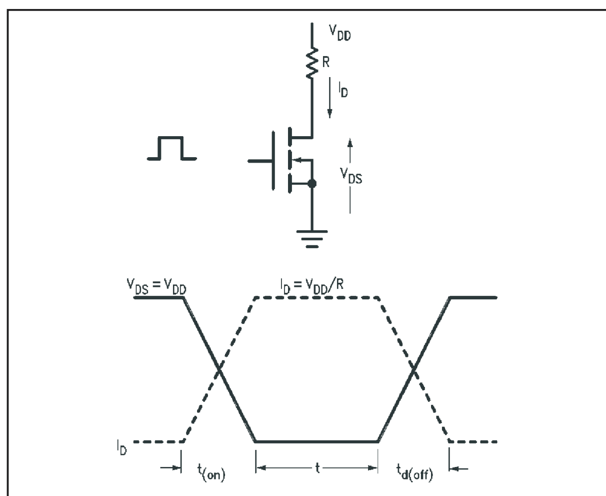
Gate besturing

Inleiding
De gate besturing van een MOSFET beinvloedt het gedrag van het onderdeel en de vermogensdissipatie in hoge mate. Er is geen sprake van een standaardbesturing, maar een besturing die afhankelijk is van de schakeling waarin de MOSFET wordt toegepast. Als u de MOSFET toepast voor het aansturen van ohmse belastingen dan worden er niet zo'n hoge eisen gesteld aan de gate besturing. Het enige waar u dan op moet letten is dat de spanning tussen gate en source een paar volt hoger is dan de threshold spanning. Als u de MOSFET echter toepast in een inverter die op 200 kHz werkt, dan moet u de nodige aandacht besteden aan de besturing van het onderdeel.

Schakelverliezen
Het omschakelen van UIT naar AAN en vice versa gaat natuurlijk niet in een oneindig kleine tijd. Gedurende deze omschakeltijd heeft de MOSFET een vrij hoge inwendige weerstand en vloeit er

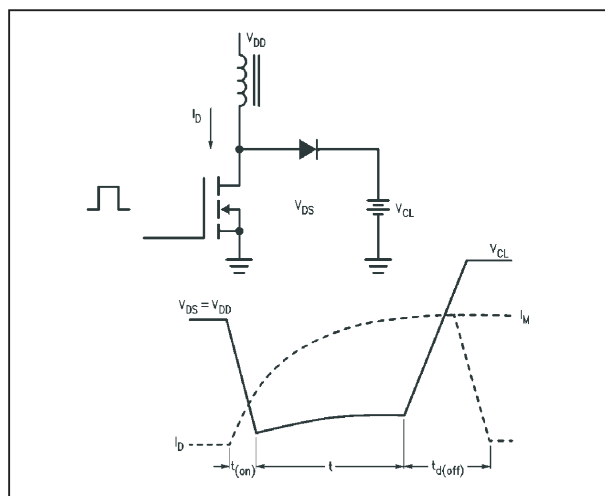
stroom door het onderdeel. Er wordt dus vermogen gedissipeerd en dit vermogen noemt men "de schakelverliezen". De schakelverliezen zijn in hoge mate afhankelijk van het verloop van de spanning tussen drain en source. Dit verloop is, op haar beurt, weer afhankelijk van het soort belasting dat de MOSFET moet schakelen.

Schakelverliezen bij ohmse belasting
In figuur 3/3.9.1-17 is de situatie getekend als u de MOSFET een zuiver ohmse belasting laat schakelen. Zowel de stroom I_D als de spanning V_{DS} verlopen heel netjes, dus min of meer trapeziumvormig. De schakelverliezen tijdens $t_{(on)}$ en $t_{(off)}$ zijn minimaal.



Figuur 3/3.9.1-17: De schakelverliezen bij zuiver ohmse belasting.

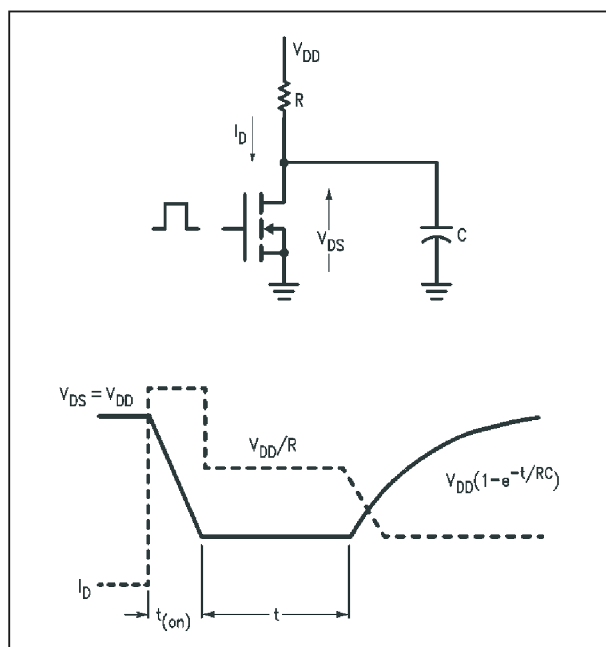
Schakelverliezen bij inductieve belasting
In figuur 3/3.9.1-18 is de situatie geschetst die ontstaat als u een MOSFET een spoel laat schakelen. Een spoel verzet zich tegen iedere stroomvariatie, het gevolg is dat de drainstroom langzaam opkomt. Bij het uitschakelen van de MOSFET zal de spoel een tegen elektromotorische kracht temk genereren, waardoor de drain/source-spanning zou willen stijgen. Vandaar dat het noodzakelijk is een diode over de MOSFET te schakelen, die via de kathode op een clampspanning V_{CL} staat. De diode zorgt ervoor dat de spanning over de MOSFET nooit hoger kan worden dan de spanning van de clamp, plus de 0,6 V geleidingsspanning van de diode.



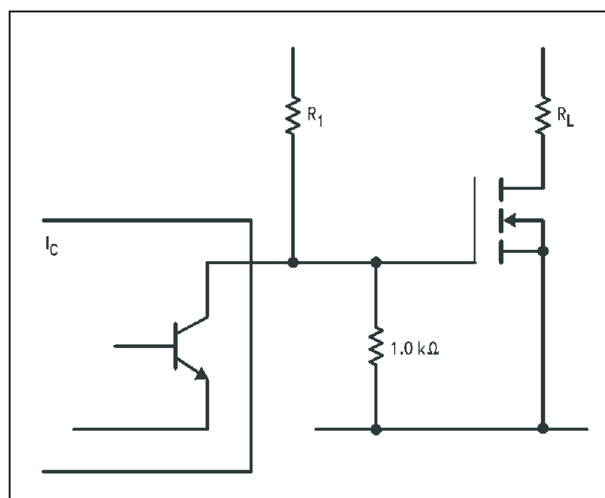
Figuur 3/3.9.1-18: De schakelverliezen bij inductieve belasting.

Schakelverliezen bij capacitieve belasting
In figuur 3/3.9.1-19 is de situatie geschetst bij een capacitieve belasting. Bij het naar AAN schakelen van de MOSFET zal de stroom I_D hoog zijn, omdat de condensator C zich via de lage $R_{DS(on)}$ opeens gaat ontladen.
Bij het naar UIT schakelen van de MOSFET zal de spanning V_{DS} volgens een exponentiële wet stijgen, omdat de condensator het plotseling stijgen van deze spanning verhindert.
De condensator zal zich immers via de bekende laadwet en via de tijdconstante $\tau = R * C$ gaan opladen tot de voedingsspanning.

3.9 Fieldeffecttransistor (FET)



Figuur 3/3.9.1-19: De schakelverliezen bij capacitieve belasting.



Figuur 3/3.9.1-20: Het aansturen van een MOSFET uit een open-collector uitgang.

Sturing vanuit open collector uitgangen

De MOSFET wordt spanningsgestuurd en het enige vermogen dat u in de gate moet stoppen wordt bepaald door de energie die noodzakelijk is voor het opladen van de ingangscapaciteit C_{ISS}. Een bipolaire vermogenstransistor kunt u nooit rechtstreeks aansturen vanuit een open-collector schakeling. Als de collectorstroom bijvoorbeeld 10 A bedraagt, dan moet u vaak 2 A in de basis sturen en dat kan een open-collector trap uiteraard niet leveren. MOSFET's kunt u evenwel volgens het schema van figuur 3/3.9.1-20 zonder enig probleem rechtstreeks uit een open-collector uitgang van een IC aansturen. De inschakeltijd wordt hoofdzakelijk bepaald door de waarde van de externe weerstand R1. Hoe kleiner deze weerstand, hoe sneller de MOSFET zal schakelen. De waarde van de weerstand wordt echter begrensd door de maximale stroom die u in de open-collector uitgang mag sturen.

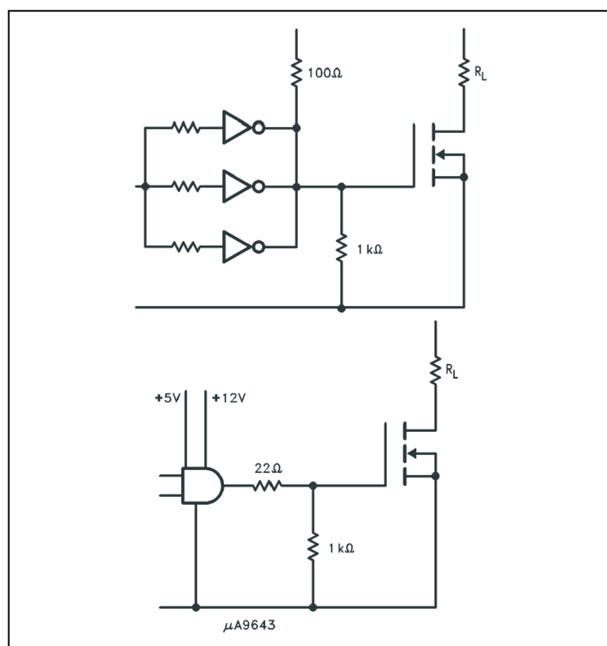
Sturen van een MOSFET uit standaard digitale IC's

Als u een MOSFET uit standaard 5 V TTL stuurt, is het essentieel dat u een open-collector buffer tussenschakelt. De 2,4 V die in worst case de meeste TTL-schakelingen leveren in de "H"-stand is immers niet hoog genoeg om de threshold spanning van de gate met een paar volt te overstijgen. U moet dan de open-collector buffer, volgens figuur 3/3.9.1-20, voeden uit een spanning van minstens 10 V.
Bij het sturen van een MOSFET uit CMOS-schakelingen doen zich geen problemen voor, onder de voorwaarde dat deze schakelingen uit meer dan 5 V worden gevoed. Bij een voedingsspanning van 15 V is u er zeker van dat de hoge uitgang zonder meer groter is dan de threshold spanning van de MOSFET.

Sturen uit interfaces

De meeste interface schakelingen zijn zonder meer in staat de gate van een MOSFET rechtstreeks aan te sturen. In figuur 3/3.9.1-21 ziet u een paar voor-

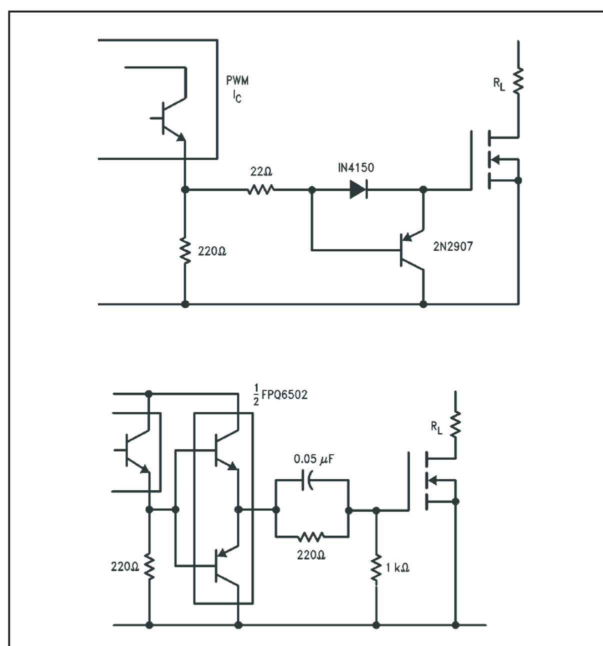
beelden met de bekende interface IC's van de reeks µA96xxx.



Figuur 3/3.9.1-21: Aansturen van MOSFET's uit de bekende interfaces µAxxx.

Aansturen met PWM-schakelingen

In de vermogenselektronica wordt steeds meer gebruik gemaakt van "Pulse Wide Modulation", PWM. Iedere schakelende voeding werkt volgens dit principe. De samenwerking van een dergelijk IC met een MOSFET als vermogensschakelaar vormt een ideale combinatie. Echter, de meeste PWM-IC's hebben een NPN-transistor in de eindtrap. Deze transistor is AAN op het moment dat de MOSFET ook naar AAN moet worden gestuurd. In figuur 3/3.9.1-22 zijn twee typische schakelingen weergegeven, waarmee u uit deze eindtransistor de gate van een MOSFET kunt aansturen. In de onderste schakeling wordt gebruik gemaakt van een condensator van 50 nF over de serieweerstand. Deze condensator zorgt voor een zeer korte schakeltijd van de MOSFET, maar moet wél heel snel opgeladen kunnen worden. De NPN-transistor in de uitgang van het PWM-IC is niet in staat voldoende stroom te leveren. Vandaar dat een speciale symmetrische buffer wordt tussengeschakeld die wordt gekenmerkt door een zeer lage inwendige weerstand. Deze buffer is wél in staat de noodzakelijke grote piekstroom te leveren voor het opladen van de condensator.



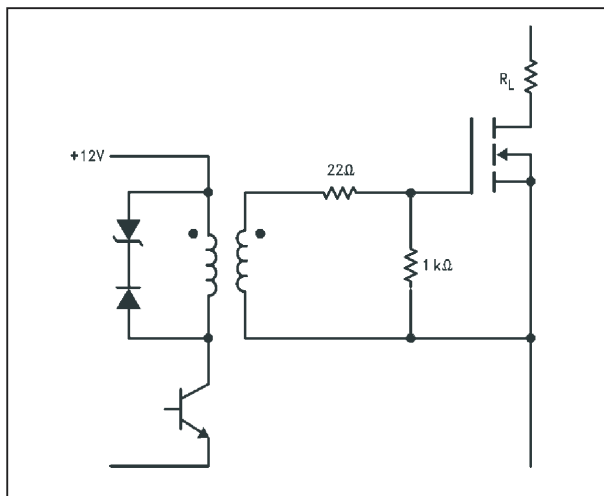
Figuur 3/3.9.1-22: Twee methodes om een MOSFET aan te sturen vanuit de uitgangstrap van een standaard PWM-IC.

Aansturing met pulstransformator

Als u een MOSFET moet aansturen vanuit een pulstransformator, zoals vaak in de voedingselektronica wordt gebruikt, kunt u het schema van figuur 3/3.9.1-23 toepassen. De twee dioden over de primaire van de trafo zijn noodzakelijk voor het onderdrukken van de hoge tegen elektromotorische kracht temk en voor het snel demagnetiseren van de kern van

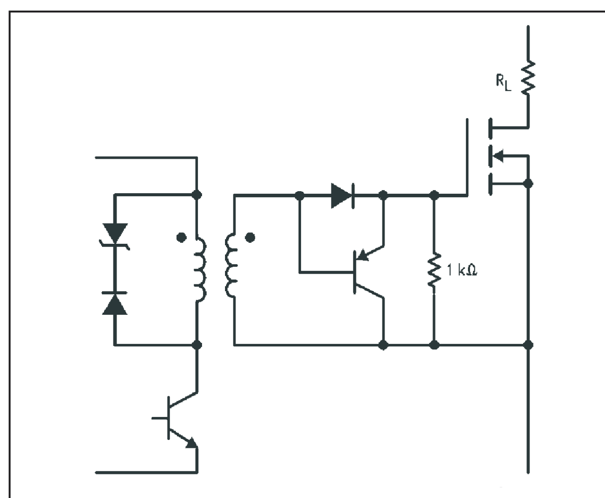
3.9 Fieldeffecttransistor (FET)

de trafo. De twee secundaire weerstanden zorgen ervoor dat paracitaire signalen de gate niet in geleiding kunnen sturen.



Figuur 3/3.9.1-23: Het aansturen van een MOSFET uit een pulstransformator.

In figuur 3/3.9.1-24 is een alternatieve schakeling getekend die ervoor zorgt dat uw MOSFET sneller naar UIT schakelt. De transistor gaat geleiden als op de secundaire van de trafo de restanten van de temk ontstaan en sluiten deze kort, waardoor de gate van de MOSFET er geen last van heeft.



Figuur 3/3.9.1-24: Een alternatieve besturing uit een pulstrafo met een extra transistor die de UIT-tijd verkort.

3.9 Fieldeffecttransistor (FET)

3/8.3

Van schema tot kant en klare print

Inhoud

3/8.3.9 Bouwaanwijzingen voor de bak
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/8.3.10 Bouwaanwijzing voor het spanraam
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/8.3.11 Afwerking
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/8.3.12 Gebruiksaanwijzing
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/8.3.13 Verdere aanwijzingen en tips
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/8.3.14 Benodigde materialen
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/8.3.15 De belichting
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/8.3.16 Etsen en het milieu
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/8.3.17 Wat er mis kan gaan, waarom en wat doet u eraan
(verschenen in de 6e aanvulling)

3/8.3.18 Professioneel printen maken
(verschenen in de 104e aanvulling)

3/8.3.19 Printen maken volgens de “isolatiekanaal frees” techniek
(verschenen in de 123e aanvulling)

3/8.3.19

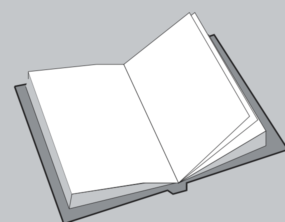
Printen maken volgens de “isolatiekanaal frees” techniek

Inleiding

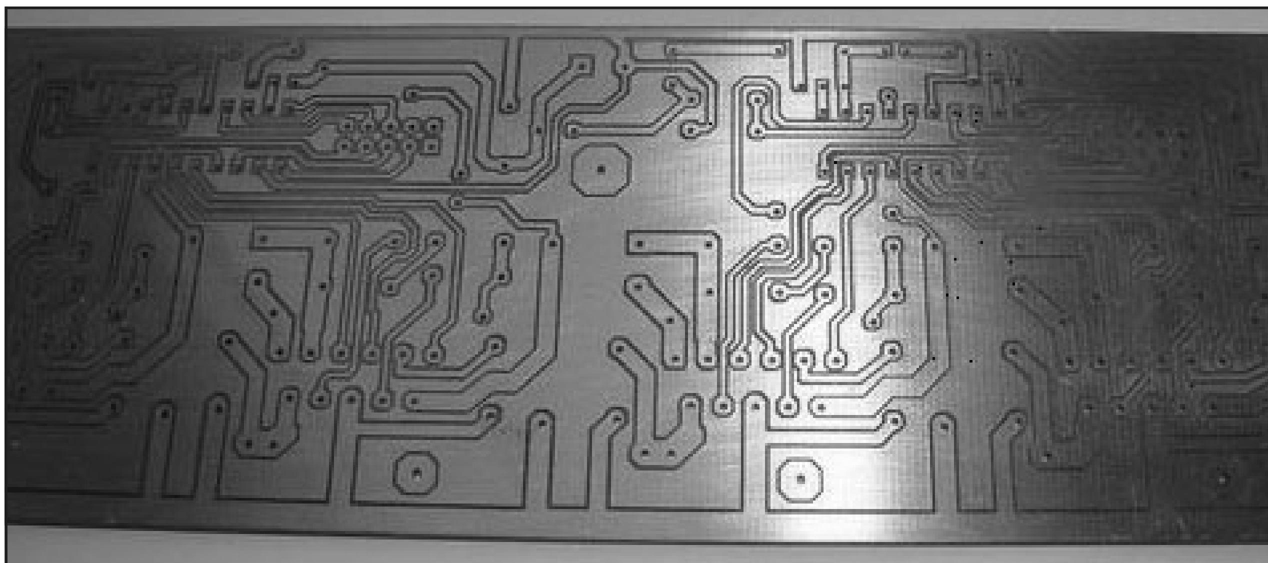
Milieuvriendelijk alternatief voor etsen
Een steeds populairder wordend alternatief voor de chemische vervaardiging van printen (etsen) is het frezen van printen. Hierbij wordt met een speciale computergestuurde freesmachine de koperlaag op de print rond de sporen weggefreesd, zodat het koperen sporenpatroon tot slot overblijft. In vaktermen heet dat “frezen van isolatiekanalen” of, in het Engels “isolation milling”. Met dezelfde machine kunt u nadien alle printgaatjes boren, zodat na een aantal arbeidsgangen een kant en klare print ter beschikking staat.
De milieutechnische voordelen van dit procédé zijn evident: geen chemicaliën die zijn vervuild met zware metalen of met agressieve natrium ionen. Het afval van het freesprocédé is koperpoeder, dat vaak door de hitte van de frees al tot koperoxide is geoxideerd en een beetje FR-3 basismateriaal van de print, dat natuurlijk ook wordt weggefreesd. In dit afval zitten natuurlijk ook koperatomen, maar het is veel gemakkelijker te verwerken.

Een voorbeeld
In figuur 3/8.3.19-1 is een voorbeeld gegeven van een op deze manier gemaakte print. Inderdaad, het resultaat lijkt heel erg op de printen die in “Radio Bulletin” zaliger werden gepubliceerd bij de bouwbeschrijvingen. Overigens had dit in die tijd niets te maken met het milieu, maar alles met een poging zich te onderscheiden van de zware concurrentie van “Elektuur”.
In figuur 3/8.3.19-2 ziet u hoe een dergelijke print ontstaat. U spant een ordinaire FR-3 basisprint mét koperlaag in op de stabiele ondergrond van de freesmachine (vier schroefjes ter fixatie volstaan), positioneert de freeskop in zijn nulpositie en start de software op. Met een verbazingwekkende snelheid verplaatst de freeskop zich over uw print en freest alle isolatiekanalen keurig uit.

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/8.9.13



8.3 Van schema tot kant en klare print



Figuur 3/8.3.19-1: Een voorbeeld van een gefreesde print.



Figuur 3/8.3.19-2: Het freesprocédé van de print in actie!

Beperkingen

Zoals alles heeft ook het freesprocédé zijn beperkingen. Het is een ideale techniek om snel een proefprintje van een schakeling te maken, maar leent zich niet voor massaproductie. Dán is het zeefdrukprocédé nog steeds dé kampioen. Bovendien moet u, bij het ontwerpen van de print, al rekening houden met het freesprocédé. Dat wordt toegelicht aan de hand van figuur 3/8.3.19-3.

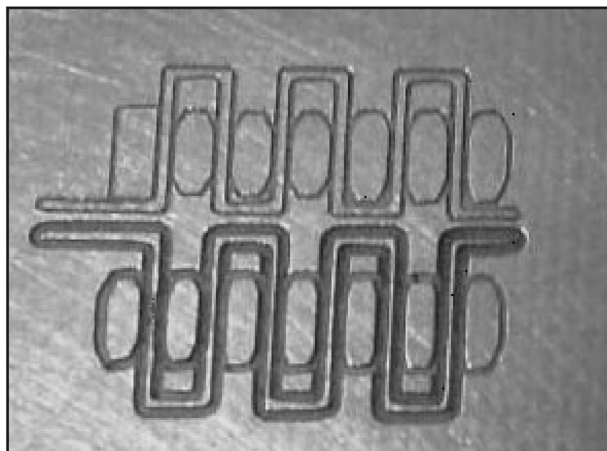
Hier is een printbaantje opzettelijk door alle pennen van een IC “geweven”. Tussen die pennen is weinig plaats, maar een spoortje met een dikte van 0,5 mm past er, bij traditionele “natte” productie van de print, zonder problemen tussen. Als u gaat frezen moet u echter rekening houden met de breedte van het freeskanaal. Als u de koperen eilandjes rond de IC-pennen te breed maakt, ontstaat er ruimtegebrek en freest het apparaat het spoortje tussen de pennen weg. Bovendien moet u dus goed nadenken over de maximale breedte die de frees mag hebben.

Wat heeft u nodig?

Om over te schakelen van “natte” printproductie naar “droge” printproductie heeft u het volgende nodig:

– een speciale frees/boormachine, die aan te sturen is vanuit een PC;
– basismateriaal, bij voorkeur FR-2 of FR-3, en een stel frezen;
– een printontwerp programma, dat export naar de speciale .PLT-bestanden (HPGL) ondersteunt;

8.3 Van schema tot kant en klare print



Figuur 3/8.3.19-3: Bij het ontwerpen van de print moet u rekening houden met de beperkingen van het freesprocédé: maak de eilandjes rond IC-pennen niet de breed, de kans bestaat dat de frees printbaantjes tussen de IC-pennen wegfreest.

– additionele software, waarmee u de .PLT-bestanden kunt bekijken alvorens u ze naar de freessoftware stuurt;
– speciale software, die uw .PLT-bestanden omzet in besturingssignalen voor de motoren in de freesmachine;
– eventueel extra elektronica die de stuursignalen van uw PC omzet in stuursignalen voor de stappenmotoren in de freesmachine.

PCNC frees/boormachines

Frees- en boormachines die elektronisch zijn te besturen bestaan in de metaal- en plasticverwerkende industrie al tientallen jaren. Dergelijke apparaten worden “CNC-controlled” genoemd. CNC is het letterwoord van “Computer Numerical Control”. Dat wil niet zeggen dat dergelijke machines per sé vanuit een computer moeten worden aangestuurd. U kunt er ook een speciale besturing voor ontwerpen en deze voeden met een ponsband of magnetische tape, waarop de frees- en boorgegevens onder de vorm van een numeriek bestand zijn opgenomen.
Een recente verdere ontwikkeling van dergelijke machines noemt men “PCNC”. Dit is de samentrekking van de letterwoorden “PC” en “CNC”. Bij dergelijke machines wordt de besturing overgenomen door een PC, die de elektronica in de freesmachine aanstuurt via de parallelle of seriële poort. Speciale DOS- of Windows-software leest bestanden in, zogenaamde .PLT-bestanden, en zet deze bestanden om in numerieke gegevens waarmee de drie stappenmotoren in de freesmachine worden aangestuurd.
PCNC frees/boormachines zijn nogal prijzig, het goedkoopste apparaat dat wij op internet konden vinden kost een sappige € 2.250,00, exclusief de freeskop en exclusief BTW. Niet bepaald iets waar u als hobbyist, school of klein bedrijf zit op te wachten. Anderzijds is het zo, dat dit onderwerp een waar eldorado is voor de hobbyist. Diverse bedrijven verkopen mechanische bouwpakketten van freesmachines voor redelijke prijzen. Als u voor deze vaak moeizame, maar leerzame weg kiest, dan komt u met € 750,00 al een heel eind in de goede richting. Maar: het zélf in elkaar knutselen van het gehele systeem is iets dat u niet in een twee drie doet en kost in de meeste gevallen bloed, zweet en tranen. Maar voor de rasechte hobbyist is dit eerder een uitdaging dan een afschrikking.

Aansturingselektronica

Als u een kant en klare machine koopt, dan bevat deze de aansturingselektroni-

ca voor de drie stappenmotoren. Start u met een mechanisch bouwpakket, dan heeft u ook nog deze aansturingselektronica nodig, waarmee u de drie motoren van de freesmachine kunt aansturen. Ook dát is natuurlijk een waar eldorado voor de hobbyist. De meeste leveranciers van de goedkope bouwpakketten leveren ook bouwpakketjes voor de elektronica, of op zijn minst een print met schema. Verder treft u op internet ontelbare schema's aan van eenvoudige en complexe schakelingen voor het aansturen van freesmachines. Zoek in Google naar "isolation milling" en de links vliegen u om de oren.

Printontwerp programma's
Vrijwel alle bekende printontwerp programma's ondersteunen tegenwoordig het exporteren van de printgegevens naar één of diverse .PLT-bestanden, die u in de PCNC software kunt laden. In dit hoofdstuk zullen wij ons bezig houden met twee onder hobbyisten en scholen zeer populaire programma's, Eagle en Sprint Layout. Wij zullen u uitleggen hoe u vanuit deze programma's betrouwbare files kunt genereren waarmee u freesmachines kunt aansturen.

Additionele software
Omdat er bij het configureren van de .PLT-uitvoer nogal wat parameters zijn in te stellen, kunt u gemakkelijk een fout maken. Stuurt u de bestanden naar uw freesmachine, dan komt de fout eerst aan het licht als het te laat is, namelijk als uw print is gefreesd. Vandaar dat het handig is als u een programma download, waarmee u de .PLT-bestanden even kunt bekijken onder de vorm van een virtuele gefreesde print op uw scherm. U ziet dan onmiddellijk of u de printsporen niet te dicht op elkaar heeft gezet voor de gekozen freesbreedte en of alle letters op de print er wel goed uitzien. Overigens bevatten de moderne Windows freesprogramma's dergelijke viewers standaard.

De freessoftware
Tot slot heeft u speciale software nodig, die u op uw PC installeert en die via de parallelle of seriële poort van uw PC de motoren in de freesmachine aanstuurt. Deze software wordt geladen met de .PLT-bestanden en stuurt er de stappenmotoren mee. De leveranciers van dure freesmachines leveren dergelijke software bij hun apparatuur, kiest u voor een bouwpakket, dan zult u zélf op zoek moeten naar geschikte software. Een geschikt en niet te duur programma is Win PC-NC van Lewetz, maar er zijn minstens een tiental programma's op de markt die hetzelfde kunnen.

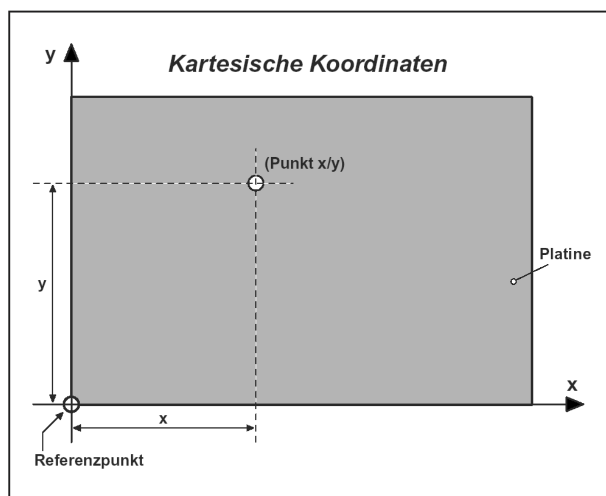
Freesmachines

Inleiding
In deze paragraaf laten wij u kennis maken met de principes van freesmachines en bespreken een paar opties, van vrij dure professionele kant en klare apparatuur tot goedkope zelfbouwpakketten.

Het principe
De meeste freesmachines werken volgens het cartesische principe, voorgesteld in figuur 3/8.3.19-4. De te bewerken print wordt ingeklemd op een stabiele ondergrond, de freesplaat. De print heeft een referentiepunt X = 0 en Y = 0, dat heel precies op het referentiepunt X = 0 en Y = 0 van de freesplaat wordt gezet. Alle punten van de print

8.3 Van schema tot kant en klare print

zijn nu gedefinieerd door een bepaalde X-waarde en een bepaalde Y-waarde. Heel nauwkeurig boren en frezen is dan geen probleem meer, want uw printontwerp software werkt met hetzelfde coordinatenstelsel (X,Y) als uw freesmachine. Ieder punt van uw printontwerp heeft unieke X- en Y-waarden, die overeen komen met dezelfde X- en Y-waarden op uw printplaat onder de frees.



Figuur 3/8.3.19-4: Het principe van lineaire freesmachines: via de X- en Y-waarden van een cartesische coördinatenstelsel is ieder punt op uw print wiskundig gedefinieerd.

Twee stappenmotoren sturen de freeskop lineair naar dat (X,Y)-punt, een derde motor beweegt de freeskop naar beneden en weer naar boven. Deze derde motor bestuurt dus de derde coördinaat Z van het cartesische stelsel. Op deze manier wordt één gat in de print geboord. Bij het frezen van de isolatiekanalen is de procedure iets ingewikkelder, maar vergelijkbaar. De software stuurt de X- en Y-motoren zo aan, dat de freeskop de isolatiekanalen volgt. Het komt er alleen op aan de "Pen Up" en "Pen Down" commando's die de op- en neerwaartse beweging van de freeskop sturen nu niet ná iedere verplaatsing te versturen, maar de frees gedurende het frezen van één kanaal in de down-stand te laten staan. Natuurlijk moet u de isolatiefrees zó inspannen, dat deze alleen maar de koperen laag wegfreest en geen diepe groeven in uw print maakt.

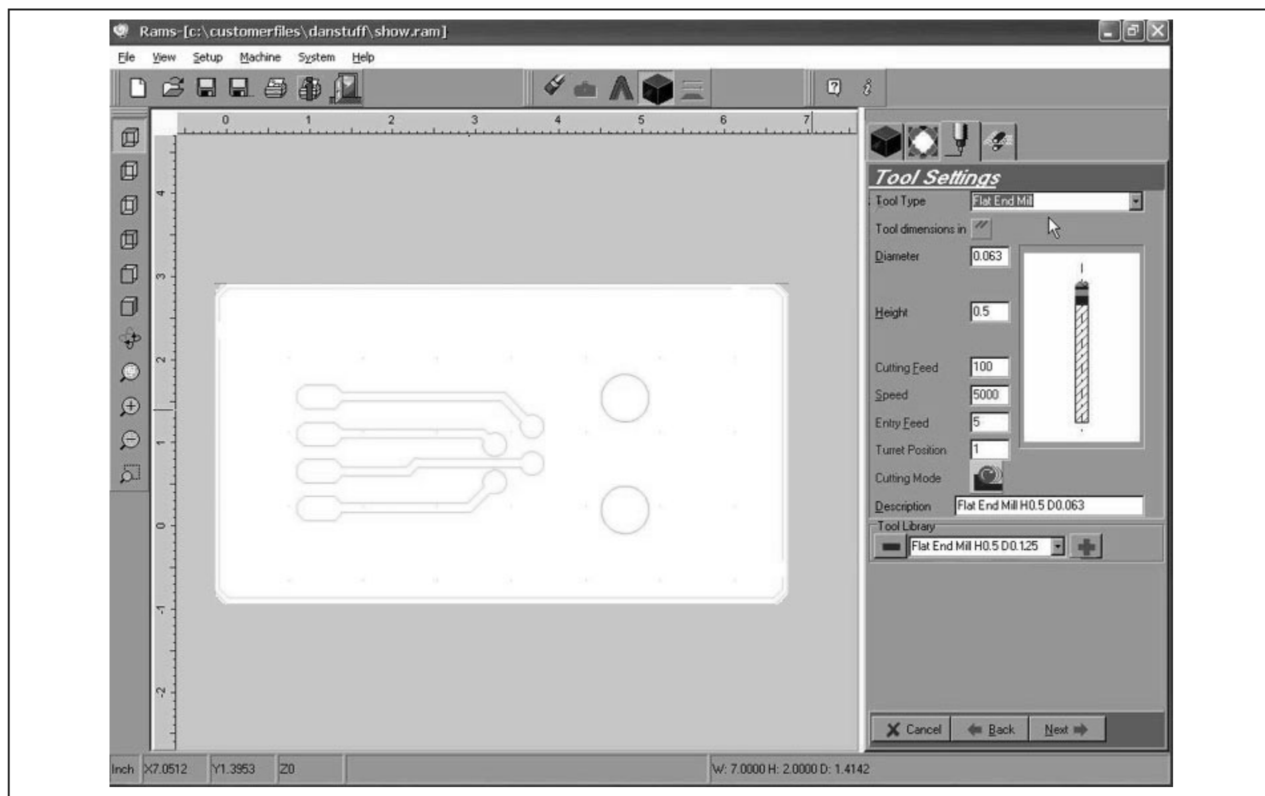
De CBR-40 van Franklin Industries
Het Belgisch bedrijf Franklin Industries kan een pionier op dit gebied worden genoemd. Zij timmeren al jaren lang aan de weg door het op de markt brengen van relatief goedkope PCNC frees- en boormachines onder de naam ColinBus. De goedkoopste uitvoering is de CBR-40, voorgesteld in figuur 3/8.3.19-5.



Figuur 3/8.3.19-5: De CBR-40 van Franklin Industries.

Helaas is Franklin Industries nog zo'n ouderwets bedrijf dat liever een vertegenwoordiger langs stuurt dan informatie over producten op Internet te zetten. We kunnen u niet veel vertellen over dit apparaat, behalve dat de prijs € 2.250,00 bedraagt, **exclusief freeskop**.

8.3 Van schema tot kant en klare print



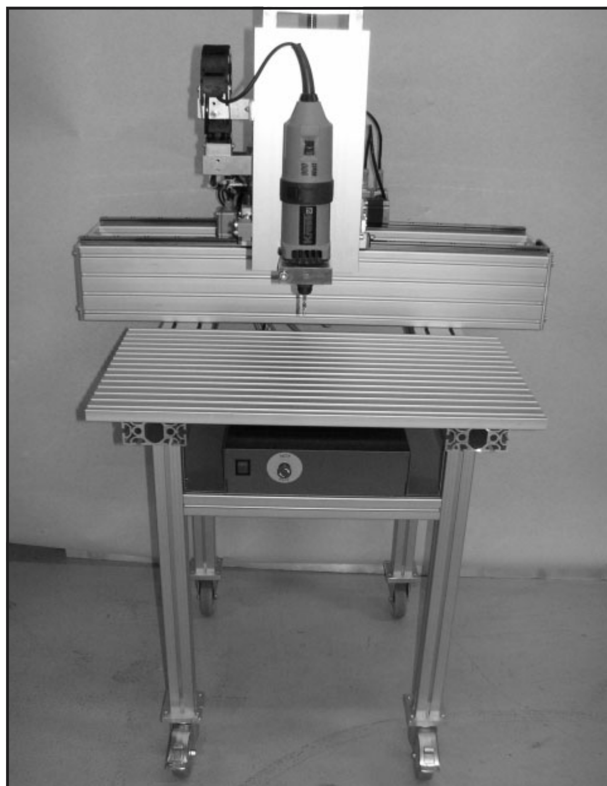
Figuur 3/8.3.19-6: Het werkscherm van RAMS 2D, de freessoftware die bij de CBR-40 wordt geleverd.

De CBR-40 wordt immers aangeprezen als een universeel apparaat, waarmee u bijvoorbeeld ook soldeerpasta of lijm kunt aanbrengen, laserscanning kunt uitvoeren en via een camera optische controle. Uiteraard kunt u bij Franklin ook een freeskop aanschaffen, maar de prijs wordt niet op Internet vermeld.
De machine wordt wél geleverd met een versie van de RAMS 2D software, waarmee u uw HPGL-bestanden kunt omzetten in aansturingscommando's voor het apparaat.
De technische gegevens van de CBR-40:
– maximaal werkoppervlak:
  300 (x) x 400 (y) x 100 (z) mm^3
– afmetingen:
  453 mm x 583 mm x 468 mm
– PC-interface
  serieel
– X/Y/Z-drivers:
  hybride motoren
– positioneringssnelheid:
  100 mm/s max.
– mechanische resolutie:
  0,0075 mm
– software resolutie:
  0,025 mm

Met de RAMS 2D software, zie figuur 3/8.3.19-6, kunt u DFX-, EPS-, AI-, PLT-, CNC- en RAM-bestanden importeren, die volgens de leverancier met een 100-procentige nauwkeurigheid worden omgezet in besturingssignalen voor de drie motoren van de CBR-40. Het programma heeft veel intelligente instellingen, waar u echter bij het frezen van de smalle isolatiekanalen in uw print niet veel profijt van heeft. Dat komt doordat RAMS 2D niet speciaal ontworpen is voor het frezen van printen, maar een algemeen freesprogramma is. Zo zult u de

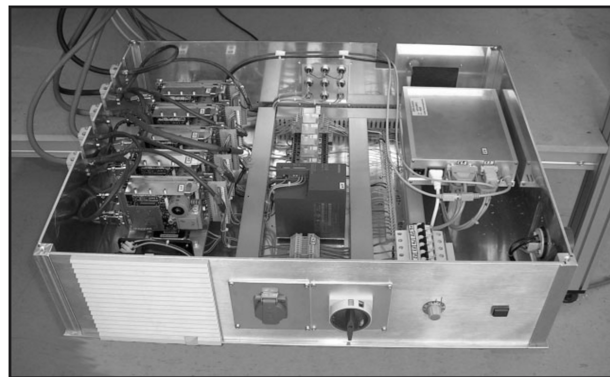
intelligente algoritmen, bedoeld voor het zo efficiënt mogelijk wegfrezen van grote oppervlakken, maar zelden gebruiken.

De Mimo Hobby van Huber GmbH
Het Oostenrijkse bedrijf Huber GmbH biedt voor € 2.800,00 een complete freesoplossing aan onder de naam Mimo Hobby. Deze machine, voorgesteld in figuur 3/8.3.19-7, wordt geleverd met besturingselektronica en DOS-software.



Figuur 3/8.3.19-7: De Mimo Hobby van Huber GmbH.

Ook dit is een bedrijf dat niet van Internet houdt en meer gegevens kunnen wij helaas niet verstrekken. In figuur 3/8.3.19-8 geven wij u een inkijkje in de indrukwekkende elektronica. Het ziet er héél professioneel en degelijk uit! U kunt natuurlijk altijd via de site contact met de ondernemers de Heren E. Janner en M. Fuhrken opnemen, waarna hopelijk meer informatie wordt prijsgegeven. Prijstechnisch is dit in ieder geval een optie die het overwegen waard is.

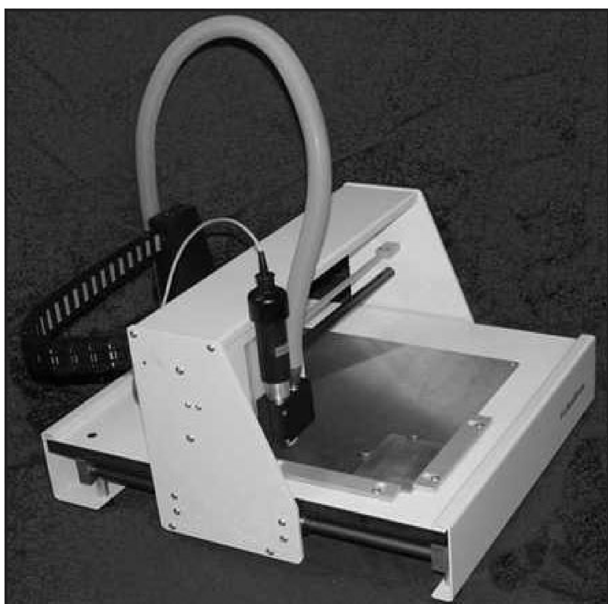


Figuur 3/8.3.19-8: Een kijkje in de behuizing van de besturingselektronica van de Mimo Hobby.

De TechnoRoute van TechnoPrint-SMT
Het Nederlandse bedrijf MDA Elektronica levert de TechnoRoute. Dit apparaat is voorgesteld in figuur 3/8.3.19-9 en kost ongeveer € 4.600,00. De effectieve tafelmaat bedraagt 320 mm bij 310 mm, zelfs uw grootse printen kunt u dus verwerken. Dit apparaat is ontwikkeld door het Ermelose bedrijf TechnoPrint-SMT, dat zich heeft gespecialiseerd in de productie van machines voor SMD-productie. De verkoop en service is echter uitbesteed aan MDA Elektronica. Zoals u uit de foto kunt opmaken heeft de TechnoRoute een aantal opmerkelijke eigenschappen:

– geïntegreerde stofzuiger zuigt het freesstof af;
– ook de Z-as (freesbesturing) is uitgevoerd met een stappenmotor, waardoor de freesdiepte heel nauwkeurig kan worden ingesteld;
– door deze stappenmotorbesturing van de frees klapt de beitel niet op-

eens op de print, maar wordt stapsgewijs naar de juiste freesdiepte geleid;
– het materiaal wordt ingespannen door middel van een paar zeer krachtige magneten, een heel handig en snel systeem.

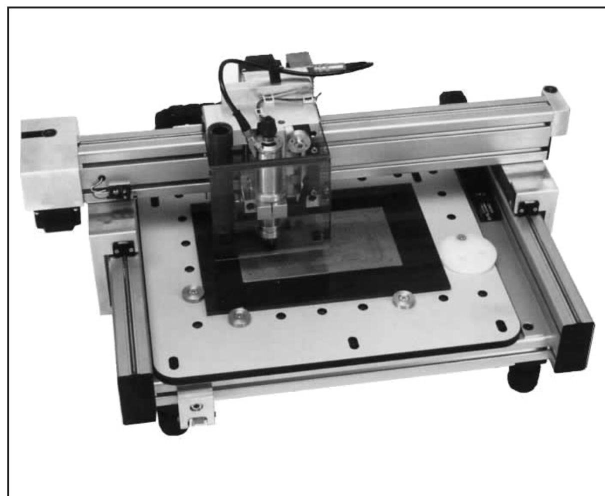


Figuur 3/8.3.19-9: De TechnoRoute machine van TechnoPrint-SMT.

De TechnoRoute wordt geleverd met aansturingselektronica en -software. Voor het frezen van printplaten heeft u echter additionele software nodig, waarvoor MDA Elektronica het pakket Engraver levert.

De CCD2 van Bungard

Het Duitse bedrijf Bungard Elektronik GmbH levert een aantal prachtige PCNC-machines, waarvan de goedkoopste model CCD2 is. Dit apparaat, voorgesteld in figuur 3/8.3.19-10, kost een slordige € 7.000,00, maar voor dit geld krijgt u een complete oplossing met aansturingselektronica en een aan het apparaat aangepaste versie van de Windows software RoutePro 2005.

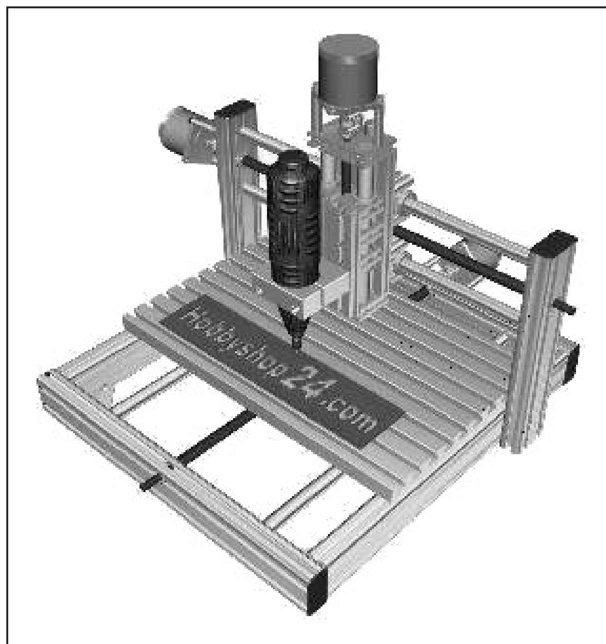


Figuur 3/8.3.19-10: Met de CCD2 van het Duitse bedrijf Bungard Elektronik GmbH krijgt u een complete oplossing in huis.

De voornaamste kenmerken van deze combinatie:
– de frees draait met een maximale snelheid van 60.000 toeren per minuut, maar deze snelheid is via de software instelbaar op de boor- of freesklus;
– freesmotor uitgerust met rem voor noodstops;
– freesmachine voorzien van snelspan systeem voor het snel wisselen van de frees;
– bij het wisselen van gereedschap is een nieuwe nulpunt kalibratie niet noodzakelijk;
– hard- en software ondersteunen het frezen tot een minimale maat van 0,1 mm;
– geïntegreerde bestuurbare stofzuiger met een regelbaar vermogen van 500 W tot 1.500 W;
– snelheid van X-, Y- en Z-verplaatsing is via de software in te stellen;
– effectieve bewerkingoppervlakte van 270 mm bij 325 mm;
– koppeling met de PC via seriële of USB bus;

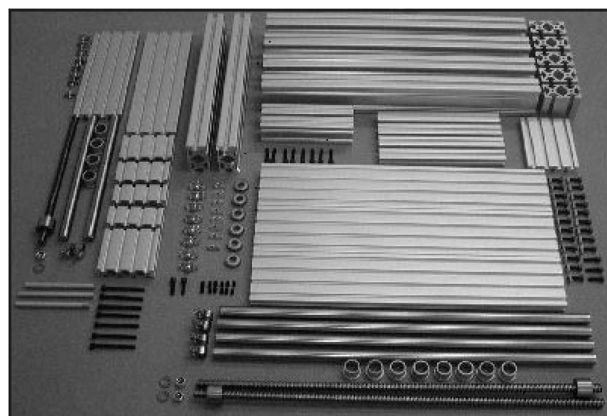
– alle parameters van het proces zijn via de software te configureren;
– stap via de software in te stellen op 1 mil, 1/2 mil of 1/4 mil (6,35 μm);
– resolutie bedraagt 0,1 mil (2,54 μm);
– nauwkeurigheid van de besturing bedraagt steeds één stap van 0,1 mil;
– de maximale freessnelheid bedraagt 130 mm/s;
– maximale boorsnelheid bedraagt vijf boringen per seconde.

Fräsmaschine I van Hobbyshop24
Het Duitse bedrijf Hobbyshop24 levert via Internet een bouwpakket van het apparaat dat is voorgesteld in figuur 3/8.3.19-11.



Figuur 3/8.3.19-11: De Fräsmachine I van Hobbyshop24.

Aan de hand van een 50 pagina's dikke handleiding kunt u met standaard aluminium profielen en overige onderdelen (zie figuur 3/8.3.19-12) op een goedkope manier een hobby freesmachine bouwen. Volgens Hobbyshop24 kost u de mechanische constructie ongeveer € 300,00. Deze freesmachine heeft een werkoppervlak van 300 mm bij 200 mm, de frees kan maximaal 80 mm heen en weer bewegen. Het bouwpakket bevat alleen de zuivere mechanica, motoren, freesmachine en aansturingselektronica zitten er niet bij.



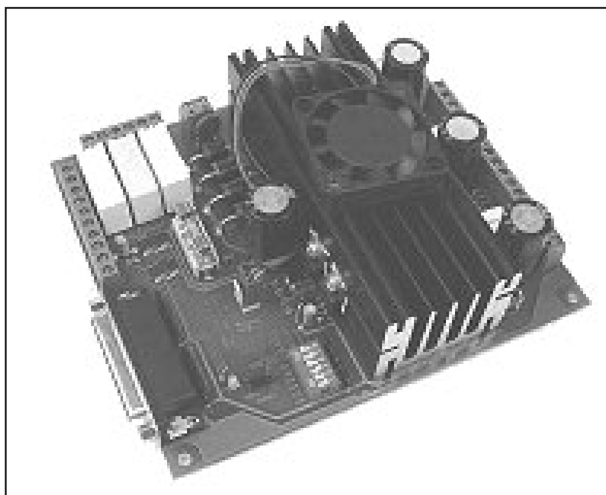
Figuur 3/8.3.19-12: Uit deze foto van de onderdelen van het bouwpakket blijkt duidelijk dat Hobbyshop24 gebruik maakt van standaard profielen.

Bij hetzelfde bedrijf kunt u terecht voor passende stappenmotoren en de aansturingselektronica. De in figuur 3/8.3.19-13 voorgestelde stappenmotor heeft u drie maal nodig voor het aandrijven van de drie assen van de machine. Dit type maakt 400 stappen per omwenteling. In combinatie met de mechanica van de freestafel ontstaat dan een resolutie van 0,01 mm.
In figuur 3/8.3.19-14 is de aansturingselektronica voorgesteld. Deze print stuurt de drie stappenmotoren én de motor van de freesmachine. De elektronica heeft ingangen voor microschakelaars, die u additioneel op de drie assen kunt bevestigen en sluiten als de as te ver

wordt gestuurd en het geheel dreigt vast te lopen. Via deze voorziening wordt vernieling van de stappenmotoren voorkomen.

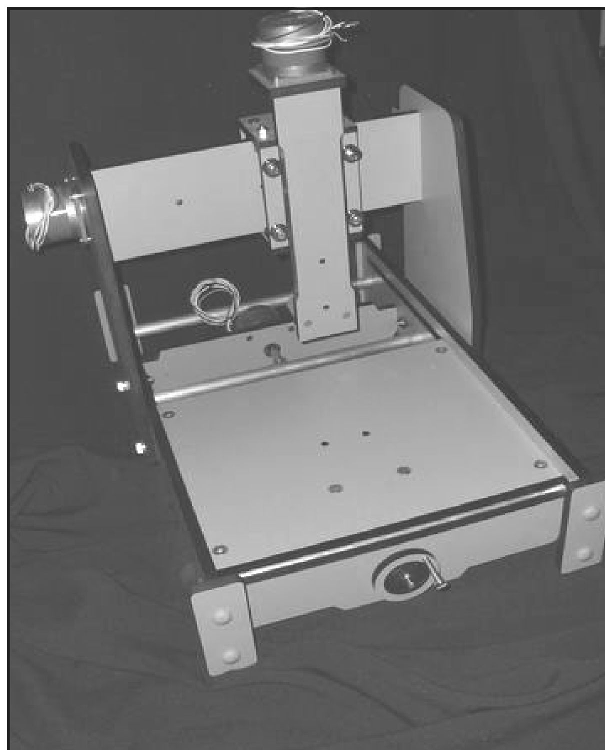


Figuur 3/8.3.19-13: De door Hobbyshop24 voorgeschreven stappenmotoren voor de Fräsmachine I.



Figuur 3/8.3.19-14: De print die de volledige besturingselektronica van de Fräsmaschine I bevat.

Een grote onbekende
Bij de Internet research naar bronnen voor dit hoofdstuk kwamen wij op een mysterieuze site terecht. Op de Nederlandstalige site www.2004all.com met als titel "Doe het zelf CNC" troffen wij de freesmachine aan die is voorgesteld in figuur 3/8.3.19-15. De site is anoniem, er is alleen een email adres voor het aanvragen van nadere informatie. In ieder geval is duidelijk dat deze machine als bouwpakket verkrijgbaar is.

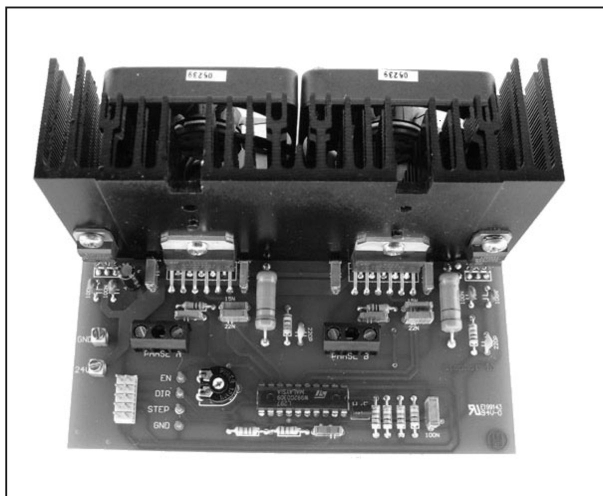


Figuur 3/8.3.19-15: De freesmachine die als bouwpakket verkrijgbaar is via www.2004all.com.

Het geheimzinnige bedrijf kan ook de aansturingselektronica als bouwpakket leveren (zie figuur 3/8.3.19-16) en er is zelfs een voorbewerkte behuizing beschikbaar (zie figuur 3/8.3.19-17) voor het inbouwen van de elektronica en voeding.

De TanBo van Radix GmbH
Dit apparaat, voorgesteld in figuur 3/8.3.19-18, is een vreemde eend in dit hoofdstuk.

8.3 Van schema tot kant en klare print

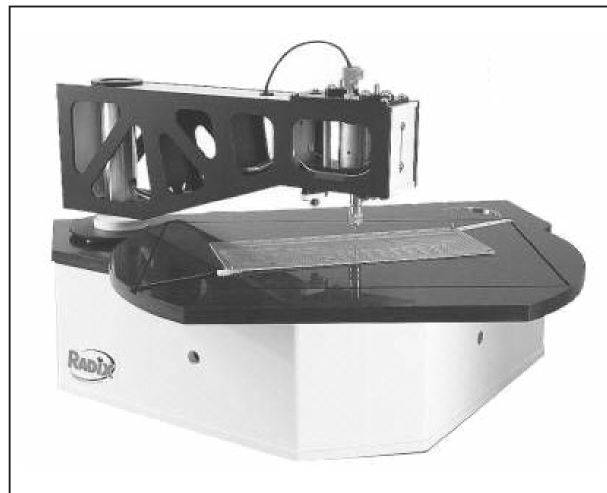


Figuur 3/8.3.19-16: De besturingselektronica voor het apparaat van figuur 3/8.3.19-15.



Figuur 3/8.3.19-17: De elektronica ingebouwd in de behuizing.

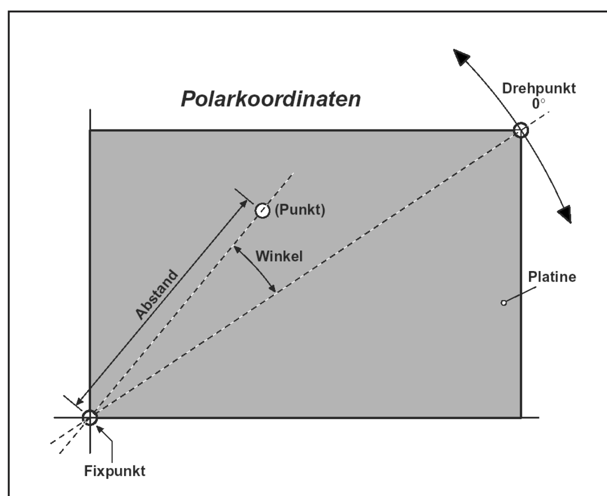
Op de eerste plaats is het apparaat, in de huidige uitvoering, géén freesmachine maar alleen een boormachine. Op de Internetsite van de fabrikant wordt echter aangekondigd dat men druk bezig is de software zó uit te breiden dat er met het apparaat ook kan worden gefreesd. Vandaar dat wij de TanBo tóch in dit overzicht hebben opgenomen.
Op de tweede plaats werkt de TanBo volgens een revolutionair principe. Als referentiestelsel wordt namelijk geen cartesisch assenstelsel gebruikt, maar een polair. Dit wordt toegelicht aan de hand van figuur 3/8.3.19-19. Ook nu wordt de print opgespannen op een plaat, maar deze plaat is draaibaar. Over de plaat draait een arm met daarin de freesmachine. Ieder punt op de print wordt nu niet gedefinieerd door unieke X- en Y-waarden, maar door twee hoeken, namelijk de hoekverdraaiïng van de draaitafel en de hoekverdraaiïng van de arm.



Figuur 3/8.3.19-18: De TanBo van Radix GmbH in de basisuitvoering met één arm.

Wiskundig kan worden aangetoond, dat ieder cartesisch (X,Y)-punt zonder problemen kan worden omgezet in een polair (α,β)-punt, waarbij α en β de hoekverdraaiïngen van draaitafel en arm voorstellen. Met andere woorden: ieder punt op de print is gedefinieerd door een unieke combinatie van de twee hoeken α en β.
Het gebruik van polaire besturing heeft voor- en nadelen. Groot voordeel is dat de machine maar twee zeer nauwkeurig volledig spelingsvrije gelagerde draaipunten nodig heeft, namelijk de centrale as van de draaitafel en het draaipunt van de arm. Lineair werkende machines bezitten veel meer nauwkeurig te lageren punten, minstens zes. Een nadeel is dat de eigen mechanische resolutie van de machine veel kleiner is. Dat ligt misschien niet zo voor de hand, maar een

kleine toelichting zal dit probleem verduidelijken.

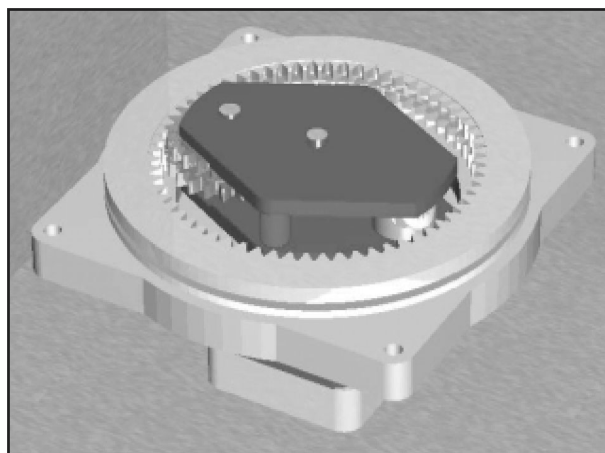


Figuur 3/8.3.19-19: Het werkingsprincipe van de TanBo.

Bij een lineaire machine wordt de aandrijving in X- en Y-richting verzorgd door stappenmotoren die een lange schroefdraadstang aandrijven. Over die schroeddraadstang glijdt een zeer nauwkeurig gelagerde moer, die de freeskop verplaatst langs de stang. Als de motor 200 stappen per omwenteling maakt en de schroefdraadstang een spoed heeft van 4 mm (een gebruikelijke waarde), dan komt iedere stap van de motor overeen met een lineaire verplaatsing van de moer en dus de freeskop over 0,02 mm. Dat is een resolutie die zonder meer goed genoeg is voor het nauwkeurig frezen en boren van printplaten.

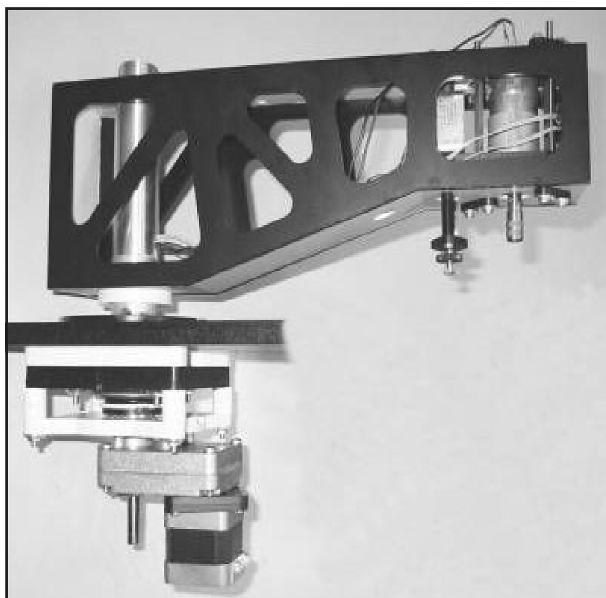
De arm van de TanBo heeft een lengte van 240 mm en dat betekent dus dat één omwenteling van deze arm een cirkelvormige verplaatsing van de freeskop over 1.510 mm tot gevolg heeft. Cirkelomtrek is immers de straal maal twee π. Als we die arm zouden sturen met dezelfde stappenmotor, dan zou iedere stap van de motor een verplaatsing van de boorkop over 1.510 mm gedeeld door 200 stappen is 7,55 mm tot gevolg hebben! Dat is natuurlijk een volstrekt onbruikbare waarde voor een freesmachine! Om de resolutie tot een bruikbare waarde terug te schroeven moet er dus een zeer grote vertragingskast ingebouwd worden. Stel dat we tevreden zouden zijn met een mechanische resolutie van 0,04 mm, dan moet die vertragingskast de beweging van de arm reduceren met een factor 7,55 mm gedeeld door 0,04 mm is gelijk aan 190! Een dergelijke grote vertraging is met normale tandwiel- of drijfriemsystemen niet te halen met de vereiste nauwkeurigheid.

Een tweede revolutionair onderdeel van het ontwerp is de herontdekking van een oeroud systeem met slechts vier tandwielen, dat tóch zeer grote vertragingen oplevert. Het zou in het kader van dit hoofdstuk te ver gaan om die mechanische overbrenging tot in detail te bespreken, wij volstaan met een foto in figuur 3/8.3.19-20 van dit meesterwerkje van de mechanica.



Figuur 3/8.3.19-20: De Welldrive, de nauwkeurige vertragingskast met slechts vier tandwielen die de TanBo zijn goede mechanische resolutie geeft.

De herontdekker van het principe heeft deze vertragingskast Welldrive gedoopt en er onmiddellijk patent op aangevraagd. Het is dit mechanisch kunststukje dat de TanBo mogelijk heeft gemaakt. In figuur 3/8.3.19-21 ziet u hoe deze Welldrive is geïntegreerd in de constructie van de arm. Links onder ziet u de stappenmotor, met daarboven de Welldrive.



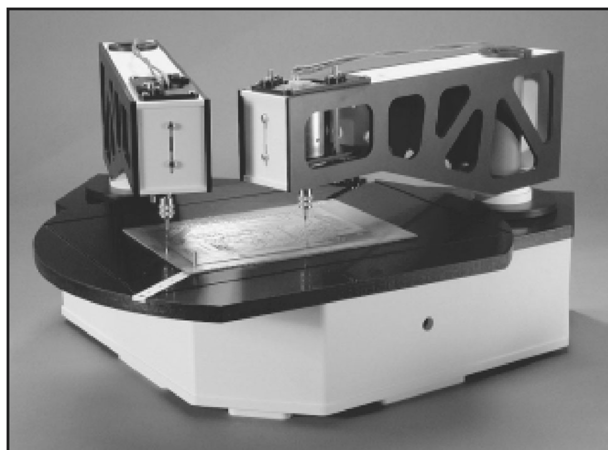
Figuur 3/8.3.19-21: Montage van een Welldrive in de constructie van de arm.

TanBo bouwpakket

De TanBo wordt als compleet bouwpakket door Radix aangeboden voor slechts € 799,00, mét besturingselektronica en speciale software.

Maar ... zoals reeds geschreven, op dit moment is die software alleen geschikt voor het boren van printen. Als, zoals beloofd, de software wordt uitgebreid met een freesoptie, dan heeft u met dit wonderlijke apparaat een prachtig stuk gereedschap in huis voor de productie van uw printen en dat voor een concurrentieloze prijs.

Maar er is meer! De TanBo is zo ontworpen dat u de basisuitvoering van figuur 3/8.3.19-18 kunt uitbreiden met een tweede arm! Zo'n arm kost als bouwpakket € 230,00. Een bouwpakket met twee armen, zie figuur 3/8.3.19-22, kost slechts € 999,00. Hiermee krijgt u een geweldige oplossing in handen om printen te boren zonder wisseling van boor of frees. Kortom, iedereen die op termijn is geïnteresseerd in het onderwerp "printen frezen" doet er verstandig aan de ontwikkelingen van TanBo regelmatig te volgen!



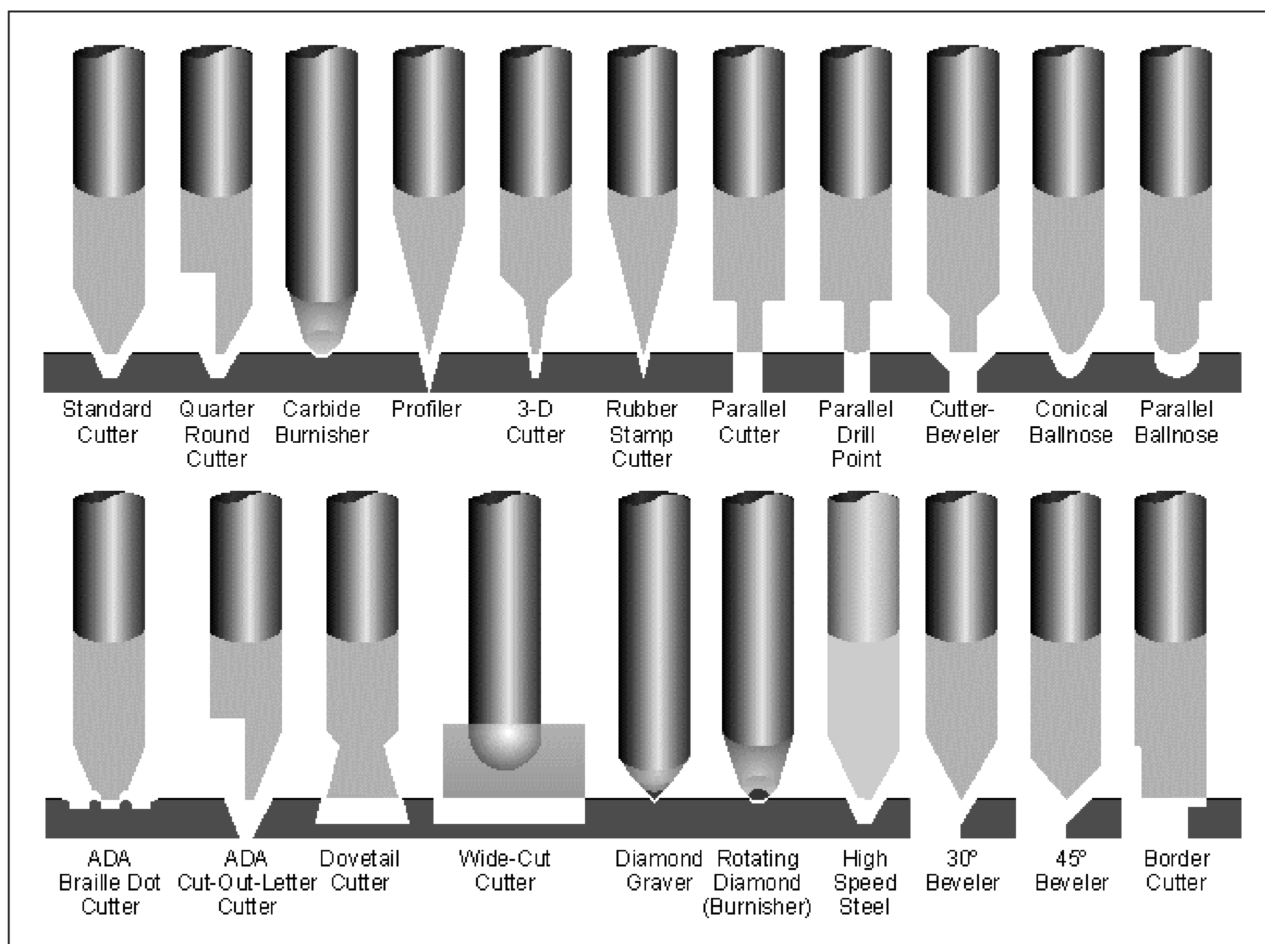
Figuur 3/8.3.19-22: De uitgebreide uitvoering van de TanBo met twee werktuigarmen.

Materiaal en gereedschap

Print als basismateriaal

Voor het frezen van printen heeft u uiteraard niet de gebruikelijke fotogevoelige print nodig. U kunt volstaan met het kopen van printplaat met alleen een opgelijmde koperfolie. Over het basismateriaal, waarop die koperfolie zich bevindt, is wél iets te vertellen. U bent ongetwijfeld gewend te werken met het bekende groene basimateriaal FR-4.

8.3 Van schema tot kant en klare print



Figuur 3/8.3.19-23: Een overzicht van de beschikbare frezen.

Dat kunt u zonder meer gebruiken voor het frezen van printen, maar dit glasvezelversterkte basismateriaal zorgt er voor dat uw freesjes snel bot worden en geen mooie kanalen uitfrezen. Vrijwel alle leveranciers van isolatiekanaal freesmachines raden het gebruik van FR-2 of FR-3 printmateriaal aan.

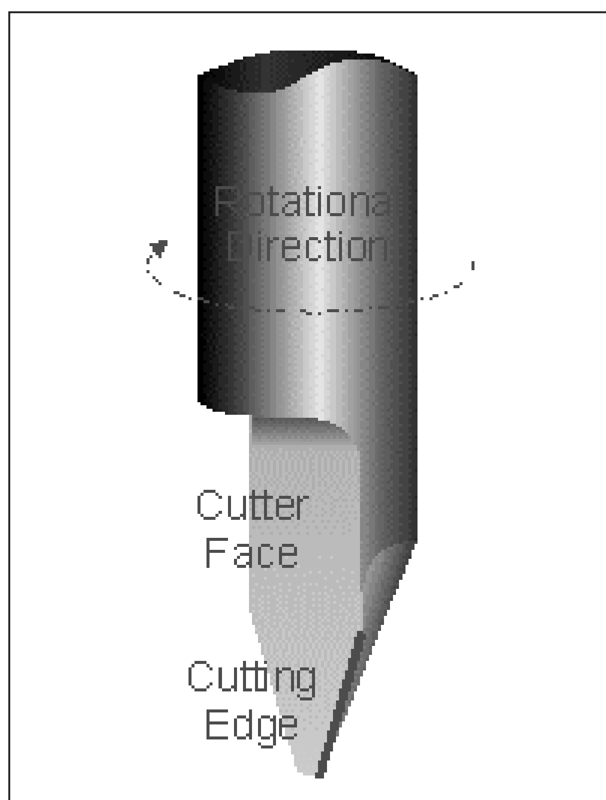
De frezen

Over frezen valt heel veel te schrijven. Wist u dat er niet minder dan 22 verschillende soorten freesjes op de markt zijn? In figuur 3/8.3.19-23 hebben wij de freesfamilie voor u overzichtelijk samengevat. Natuurlijk zijn niet alle modellen geschikt voor het frezen en boren van printen. De bruikbare typen stellen wij even aan u voor.

– Standard cutters (STD)
  Deze frezen snijden een kanaalvormige groef onder een hoek van 30° of 40°. De diameter start bij 0.005" en loopt in stappen van 0.005" op tot de breedte van de schacht.
– Parallel cutters (PAR)
  Met deze frezen kunt u niet alleen mooie isolatiekanalen frezen, maar ook grote gaten uitfrezen of de print uit het basismateriaal snijden. De minimaal verkrijgbare maat is 0.060".
– Quarter-Round cutters (QR)
  Deze frezen hebben slechts één snijvlak, zie figuur 3/8.3.19-24. Door deze

speciale constructie kan het gefreesde materiaal gemakkelijker ontsnappen aan het freeskanaal, waardoor de wrijving kleiner is en de frees langer meegaat. Deze frezen zijn verkrijgbaar vanaf 0.005" in stappen van 0.005".

– Profiler (PRO)
  Deze frezen zijn, dank zij de scherpe punt van 15° ideaal voor het zeer fijne werk, zoals het frezen van smalle kanalen rond de pennen van IC's. Ook deze frezen zijn verkrijgbaar vanaf 0.005".



Figuur 3/8.3.19-24: De QR-frezen hebben slechts één snijvlak.

Eagle

Inleiding

Eagle is een tamelijk goedkoop printontwerp pakket, dat gemakkelijk is te upgraden. Voor US$ 199,00 krijgt u een versie waarmee u dubbelzijdige printen kunt ontwerpen met als maximaal formaat 100 mm bij 160 mm. Weliswaar heeft u dan maar een beperkt aantal gaatjes ter beschikking, maar met deze basisversie kunt u al heel wat.

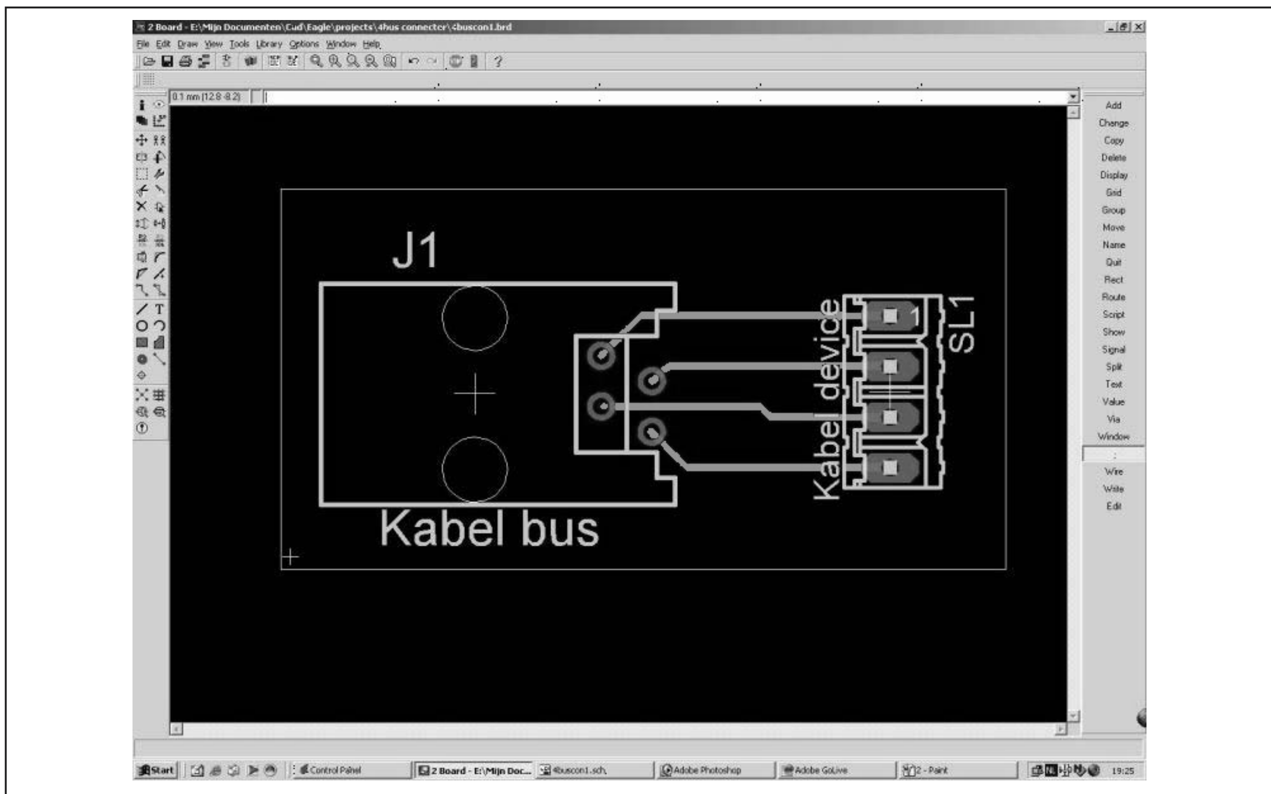
Met dit pakket kunt u op een heel eenvoudige manier perfecte HPGL/PLT-bestanden maken, waarmee u uw freessoftware kunt aansturen. U moet echter wél weten hoe dat gaat en vandaar dat wij u stapsgewijs door de procedure leiden.

Als voorbeeld nemen wij een heel eenvoudig ontwerpje, voorgesteld in figuur 3/8.3.19-25. Dit printje stelt een kabeladapter voor van een J-plug naar een connector die op een bandkabeltje wordt geperst.

Ga nu naar de map ULP en zoek daarin naar het bestand mill-outlines.ulp. Voer dit bestand uit. Het venster van figuur 3/8.3.19-26, de Eagle Outlines Generator for PCB Milling, verschijnt vervolgens op uw scherm. In dit venster moet u heel wat parameters invullen, waarover u goed moet nadenken. Als “device” vult u in ieder geval HPGL in. Voor de rest komt het neer op het goed bestuderen van alle parameters en experimenteren. U kunt met de later in dit hoofdstuk te bespreken utility GerbView de gegenereerde .PLT-bestanden bestuderen. Gaat het fout, dan experimenteert u verder met de instellingen van de parameters tot u een goed resultaat verkrijgt.

Na druk op OK wordt het Eagle-bestand omgezet in een freesbestand met als extensie .PLT. In dit ene bestand zitten alle gegevens die uw freesmachine nodig heeft. Eerst worden de gaatjes gefreesd, en nadien worden de isolatiekanaaltjes uitgefreesd. Dit bestand kunt u vervolgens inladen in uw freessoftware.

8.3 Van schema tot kant en klare print

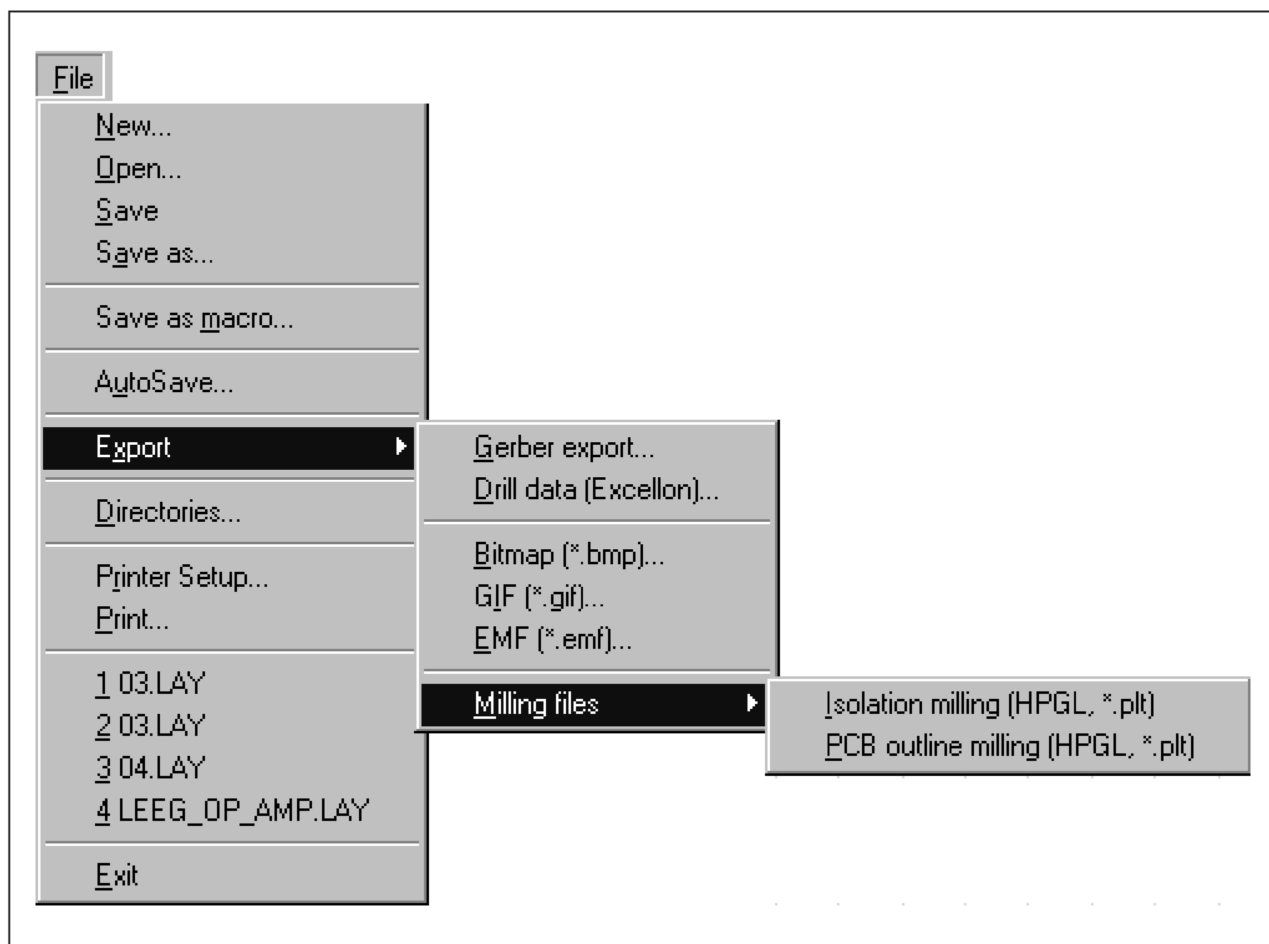


Figuur 3/8.3.19-25: Een eenvoudig printontwerpje in Eagle.



Figuur 3/8.3.19-26: In dit venster stelt u de parameters in van het freesproces.

8.3 Van schema tot kant en klare print

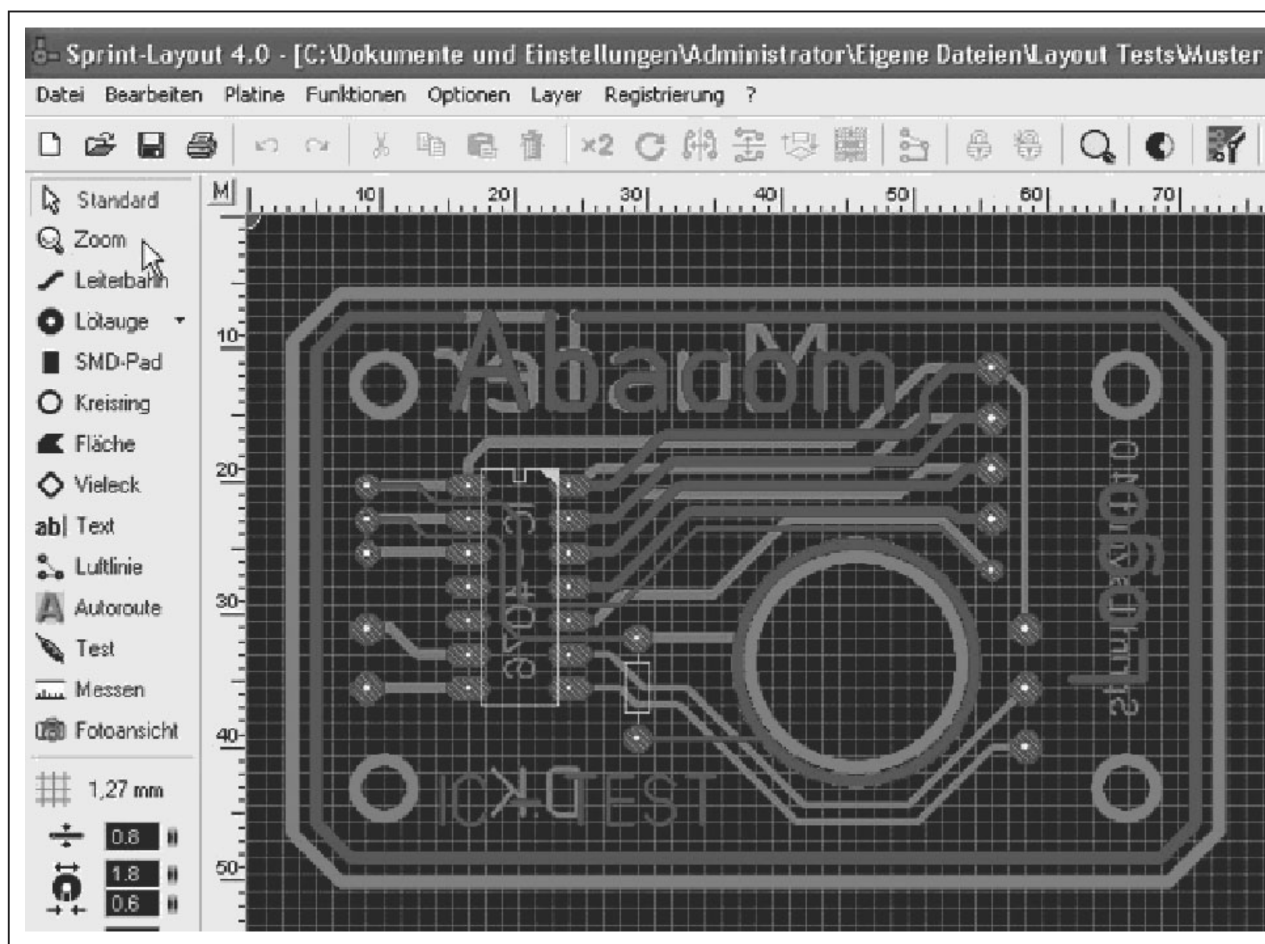


Figuur 3/8.3.19-27: Op deze manier kunt u onderzoeken of uw versie van Sprint Layout 4.0 het isolatie frezen ondersteunt.

Sprint Layout

Inleiding
Moeten wij u Sprint Layout van Abacom nog voorstellen? Voor amper € 50,00 krijgt u een geweldig printontwerp programma in handen, waarin u weliswaar alles met de hand moet ontwerpen, maar waarmee u binnen tien seconden aan de slag kunt. Goed nieuws voor iedere bezitter van een oude versie 4.0! Abacom heeft op haar internetsite een up-date paraat staan, die de export naar freesbestanden mogelijk maakt. Let op! Alleen als u een oudere versie 4.0 heeft kunt u deze up-date downloaden en installeren.
Als u een numeriek oudere versie van het programma heeft (bijvoorbeeld versie 3.0), heeft het geen zin om deze update te downloaden, maar moet u versie 4.0 kopen.
Op de eerste plaats is het dus van belang om te weten of uw versie deze optie ondersteunt. Dat is heel eenvoudig na te gaan. Ga, zie figuur 3/8.3.19-27, naar het menu “File” en klik de optie “Export” aan. Als u in het volgende pop-up venster de optie “Milling Files” ziet staan met de sub-opties “Isolation Milling” en “PCB Outline Milling”, dan was uw CD-ROM van Sprint Layout up to date en hoeft u niets te downloaden.

8.3 Van schema tot kant en klare print



Figuur 3/8.3.19-28: Een tweezijdig printje, ontworpen in Sprint Layout, dat we gaan “millen”.

Is deze optie niet aanwezig in uw versie, dan kunt u via de Internet-bron, aan het eind van dit hoofdstuk, uw versie actualiseren.

Een voorbeeld

In tegenstelling tot Eagle genereert Sprint Layout een aantal .PLT-bestanden, voor iedere bewerking van de frees één. Ook nu gaan wij aan de hand van een eenvoudig voorbeeld het proces begeleiden. Dit voorbeeld is voorgesteld in figuur 3/8.3.19-28. We hebben te maken met een kleine tweezijdige print mét tekst.

Het eerste dat u moet besluiten is of de teksten op uw print als “singleline” of als “outline” moeten worden behandeld. Het verschil blijkt uit figuur 3/8.3.19-29. De bovenste tekst is “singleline” en wordt door de frees in één keer uitgefreesd. De onderste tekst is “outline”, dergelijke tekst wordt door de software beschouwd als een printbaan, waarlangs een isolatiekanaal moet worden gefreesd. Het zal duidelijk zijn dat deze laatste bewerking veel meer tijd kost en uw frees onnodig belast.

U moet met de linker muisknop alle teksten, die u als “singleline” wilt frezen, eerst markeren. Vervolgens gaat u volgens figuur 3/8.3.19-27 naar de optie “Isolation Milling”. In het venster dat nu verschijnt en is voorgesteld in figuur

8.3 Van schema tot kant en klare print

3/8.3.19-30 moet u een heleboel parameters instellen.



Figuur 3/8.3.19-29: Het verschil tussen “singleline” en “outline” tekst.

- Layer
  We gaan eerst layer K1 uitfrezen, dus klikken we hier op deze laag.
- Isolationskanal
  In dit venstertje vult u de breedte in van de isolatiekanalen die u gaat frezen. U moet dus op dit moment weten met welke frees u aan de slag gaat.
- Texte
  In deze dialoogbox kunt u aangeven hoe u de teksten op de print wilt frezen. De “normale” teksten worden als “outline” aangeklikt, de door u op de print geselecteerde teksten (Markiert) worden als “singleline” aangeklikt.
- Spiegeln
  De koperlaag K1 is de bovenzijde van de print en deze moet dus niet worden gespiegeld.

In het venster van figuur 3/8.3.19-30 kunt u nog de volgende opties instellen:

- Zentrierkörnungen für Bohrungen
  Als u deze optie activeert, zal de frees alle soldeereilandjes voorzien van een centreerpuntje. Als u de laag behandelt waar de soldeeroogjes aanwezig zijn, dus meestal de onderste laag K2 van uw print, is het aan te bevelen deze optie te selecteren. Bij het boren van de gaatjes heeft de boor dan een centreerpunt waardoor het “lopen” van de boor over de print wordt voorkomen. De kans dat een boor breekt is dan ook veel kleiner. Het enige nadeel van deze optie is dat het freesproces uiteraard veel langer duurt.



Figuur 3/8.3.19-30: Het instellen van de parameters voor het frezen van de bovenlaag K1 van onze print.

- Passbohrungen
  Als u deze optie activeert worden alle freesbestanden voorzien van één tot vier pasgaatjes, waardoor het registeren van de printplaat op de tafel van de freesmachine veel nauwkeuriger

en sneller gaat. De frees zal, bij het starten van een nieuwe job, eerst naar deze registergaatjes gaan en daar de commando's "Pen Down" en "Pen Up" uitvoeren. Op deze manier weet u zeker dat de print goed geregisterd op de freestafel ligt en dat er geen afwijkingen kunnen optreden. Zeker bij het frezen van dubbelzijdige printen is dit een optie waarvan u gebruik moet maken!

– Bohrungen
  In deze dialoogbox kunt u aangeven hoe u de boorgegevens wilt exporteren. Selecteert u de optie "Keine Ausgabe", dan worden geen boorgegevens geëxporteerd, maar alleen de gegevens voor het isolatiekanaal frezen. Selecteert u de optie "Alle Bohrungen in einer Extradatei", dan genereert Sprint Layout één .PLT-bestand waarmee uw freesmachine alle te boren gaatjes boort. Dit is handig als u maar één boordiameter nodig heeft. Selecteert u de optie "Je Durchmesser eine Extradatei", dan maakt het programma een afzonderlijk .PLT-bestand voor iedere boordiameter. In de meeste gevallen zal dit de voor de hand liggende keuze zijn, uw print moet immers waarschijnlijk met diverse diameters worden geboord.

Na klikken op "OK" verschijnt het venster van figuur 3/8.3.19-31 op uw scherm, waarin u de voortgang van het exportproces kunt volgen. Als alle bestanden zijn aangemaakt, kunt u via het Windows-venster "Opslaan als" een directory kiezen waarin u de .PLT-bestanden wilt opslaan. U kiest bovendien een naam voor het freesbestand. De boorbestanden worden automatisch in dezelfde directory opgeslagen onder duidelijke namen als "bohr_60.PLT".



Figuur 3/8.3.19-31: In dit venster ziet u de .PLT-bestanden ontstaan.

Nadien kunt u op dezelfde manier het freesbestand voor de onderste zijde van de print maken, waarbij u natuurlijk wel weer eerst de teksten selecteert die "singleline" moeten worden gefreesd. In het venster van figuur 3/8.3.19-30 selecteert u nu uiteraard Layer K2 en u klikt de optie "X-Richtung Spiegeln" aan. Als u, tijdens het frezen, de print omdraait moet u er natuurlijk goed op letten hoe u de gespiegelde print weer op de freestafel legt. Natuurlijk deactiveert u "Zentrierkörnungen für Bohrungen" en bij de booropties selecteert u "Keine Ausgabe". De boorbestanden zijn immers bij de vorige gang reeds aangemaakt. Na "OK" wordt het freesbestand aangemaakt en u kunt het weer onder een eigen naam opslaan bij de overige .PLT-bestanden.

Tot slot biedt Sprint Layout de mogelijkheid een extra bestand aan te maken waarmee u grote gaten uit de print kunt frezen en nadien de complete print uit het basismateriaal kunt frezen. Als u weer even naar ons voorbeeld in figuur 3/8.3.19-28 kijkt, ziet u dat de print een groot gat bevat van 16 mm en vier beves-

8.3 Van schema tot kant en klare print

tigingsgaatjes van 5,5 mm. Voorwaarde voor het genereren van dit laatste bestand is dat alle elementen die u wilt laten uitfrezen zijn getekend op laag B1 of B2.
U moet nu de juiste afmetingen van de uit te frezen gaten definiëren. Klik een van de gaatjes aan en klik nadien op de rechter muisknop. In het pop-up venster kiest u voor “Kreisbogen”. In het venster van figuur 3/8.3.19-32 kunt u nu de diameter (Durchmesser) van het uit te frezen gat exact bepalen. U moet hierbij uiteraard rekening houden met de dikte van de frees. Stel dat u werkt met een frees van 1 mm. U moet de dikte van de frees van de getekende diameter aftrekken. Het gat was getekend met een diameter van 5,5 mm, dus u moet in het venster 4,5 mm invullen.



Figuur 3/8.3.19-32: In dit venster kunt u de diameter van de te frezen gaten exact instellen.

Let er verder op dat Sprint Layout bij het genereren van het freesbestand rekening houdt met de volgorde waarin u de gaten op de print heeft getekend. Het gat dat u het eerst heeft getekend wordt ook het eerst uitgefreesd. Dat houdt in dat u de omtrek van uw print als allerlaatste moet tekenen. Het zal immers wel duidelijk zijn dat het uitfrezen van de print uit het basismateriaal de allerlaatste handeling is die de freesmachine moet uitvoeren.
Klik vervolgens alle elementen aan die u wilt uitfrezen en ga dan, via figuur 3/8.3.19-27 naar de optie “PCB Outline Milling”. In het venster “Platinenkontur” van figuur 3/8.3.19-33 kiest u weer voor “X-Richtung spiegeln”. De pasboringen worden automatisch overgenomen van de instellingen die u in een eerder stadium heeft gemaakt.

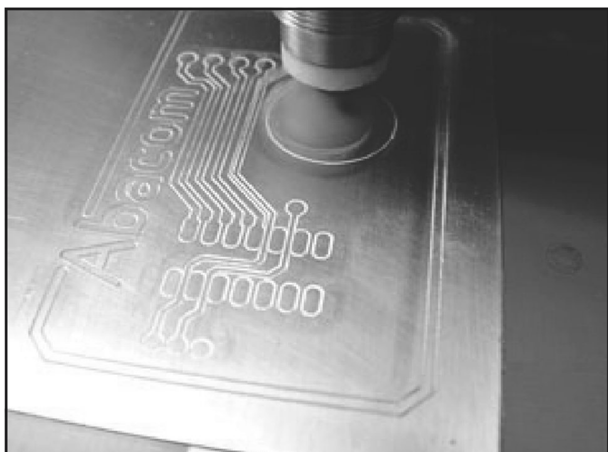


Figuur 3/8.3.19-33: In dit venster selecteert u de spiegeling voor het laatste freesbestand.

Na een klik op “OK” wordt het laatste .PLT-bestand aangemaakt, dat u weer onder een eigen naam bij de overige bestanden kunt voegen. U heeft nu bijvoorbeeld de volgende bestanden op de harde schijf staan:
– voorkant.PLT;

– bohr_60.PLT;
– bohr_80.PLT;
– achterkant.PLT;
– contour.PLT.

Deze bestanden kunt u nu, in de juiste volgorde, een na een aan uw freessoftware aanbieden. Na het verwerken van bohr_80.PLT moet u uw print in de juiste richting omdraaien en kunt u verder gaan met het isolatiekanaal frezen van de achterkant en het uitfrezen van de gaatjes.
In figuur 3/8.3.19-34 ziet u de eerste arbeidsgang. U ziet, rechts onder, de positie van het pasgaatje dat de frees heeft gemaakt en dat u voor alle volgende gangen als referentiepunt moet kiezen.



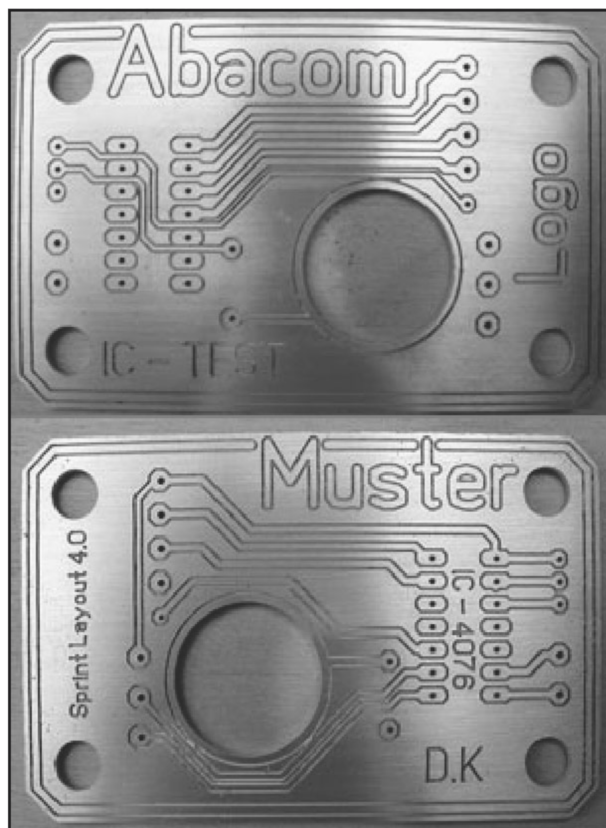
Figuur 3/8.3.19-34: De eerste arbeidsgang: op de bovenkant van uw print worden de isolatiekanaaltjes en het pasgaatje gefreesd.

In figuur 3/8.3.19-35 ziet u het resultaat: uw print is soldeerklaar!

Additionele software

GerbView

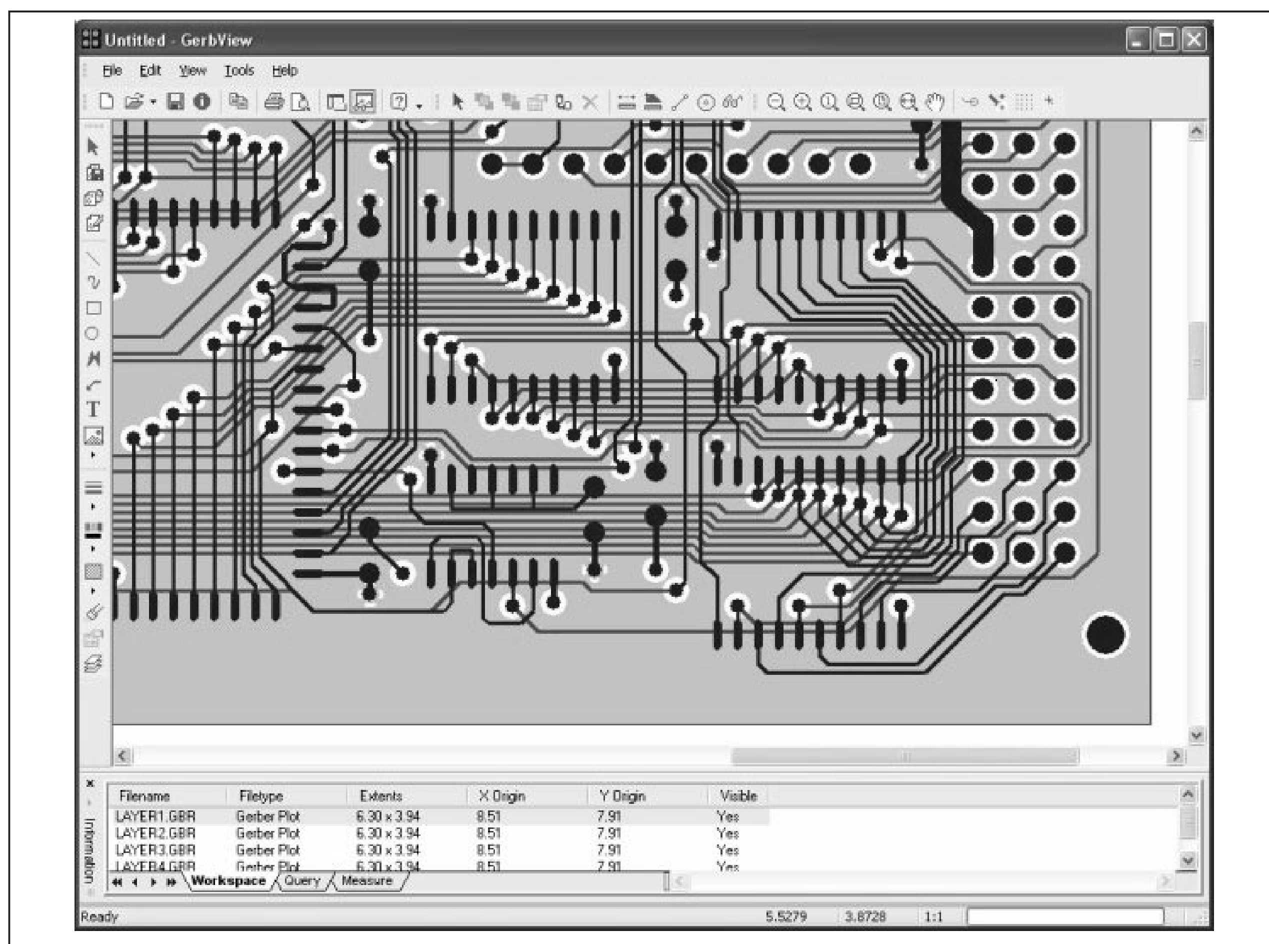
GerbView is een handige utility, waarmee u onder andere uw .PLT- of Gerberbestanden kunt bekijken voordat u ze naar uw freessoftware stuurt. Zoals de naam reeds doet vermoeden is het programma een viewer, dat betekent dat u uw ontwerpen niet kunt editten. Maar, u kunt bijvoorbeeld wél extreem zoomen, waardoor u heel nauwkeurig kunt bekijken of uw isolatiekanaaltjes nergens te breed of te smal zijn. Is dat het geval, dan kunt u, met betere instellingen, nieuwe .PLT-bestanden door uw printontwerp software laten genereren.



Figuur 3/8.3.19-35: De twee zijden van de print zijn klaar.

Zoals uit het venster van GerbView, voorgesteld in figuur 3/8.3.19-36, blijkt heeft het programma een heleboel knoppen en menu-opties. De meeste daarvan zijn voor het bekijken van .PLT-bestanden niet van belang.

8.3 Van schema tot kant en klare print



Figuur 3/8.3.19-36: Het venster van GerbView met de vier Gerber-bestanden van één printontwerp.

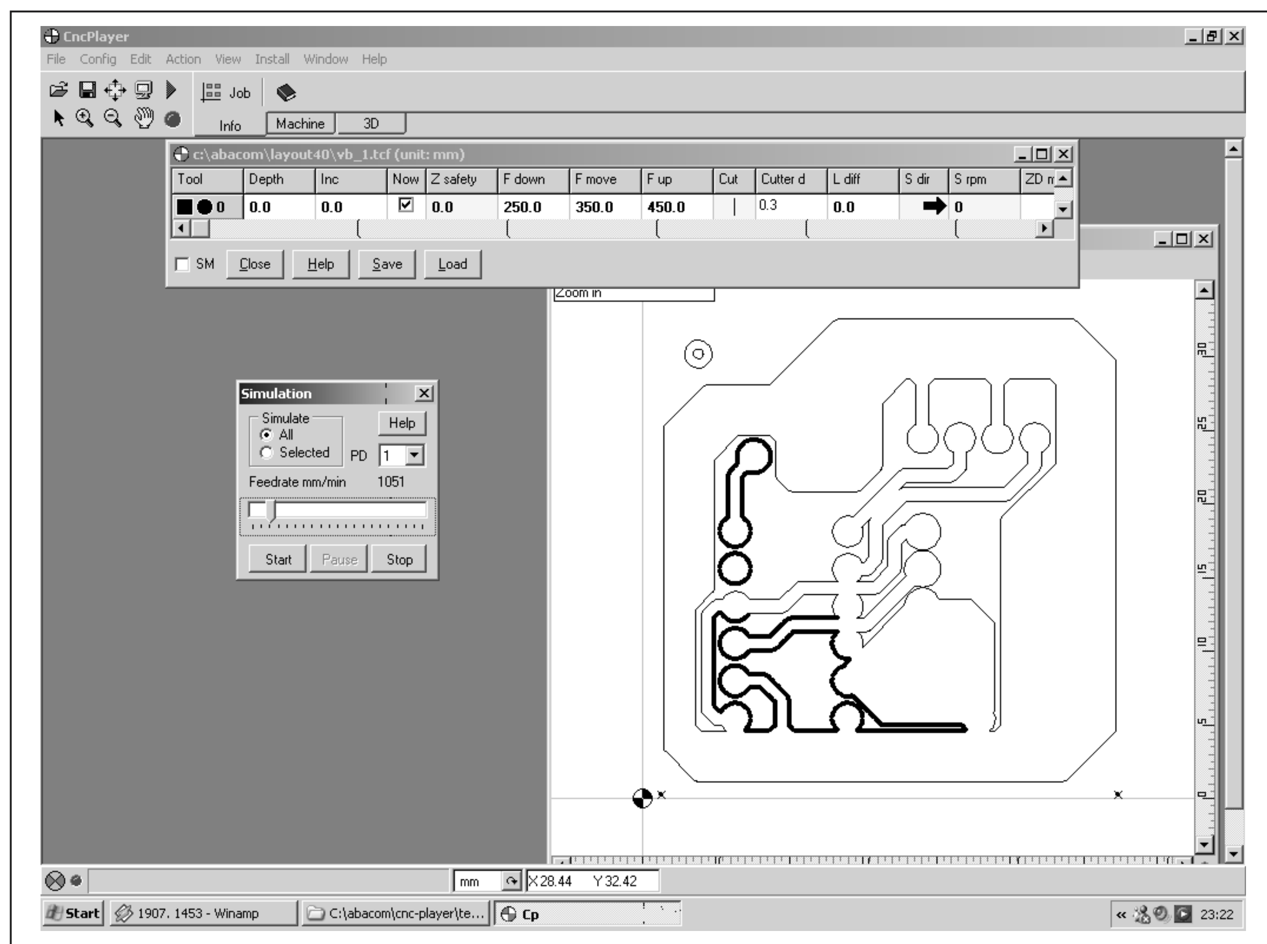
Heel handig is dat u diverse bestanden kunt openen die dan over elkaar heen worden geprojecteerd met dezelfde X/Y-oorsprong. Op deze manier kunt u snel onderzoeken of u uw bestanden goed heeft geregisterd. Onder het venster ziet u een lijstje staan, waarin alle geopende bestanden worden opgenomen. U kunt met een druk op de knop de bestanden zicht- of onzichtbaar maken.

Het programma importeert Gerber-, PLT- en Excellon-bestanden en exporteert deze bestanden desgewenst weer naar diverse raster- en vectorformaten, zoals TIF, DWF, PDF, BMP, PNG en JPG. Verder kunt u dergelijke bestanden over uw printontwerpen projecteren, waardoor u bijvoorbeeld heel snel een bedrijfslogo op uw print kunt zetten en het totaal dan weer onder de vorm van een .PDF-bestand op uw internetsite kunt publiceren.

CNC-Player

Met het Duitse programma CNC-Player kunt u het freesproces simuleren op uw beeldscherm. De print wordt op het scherm "gefreesd" op dezelfde manier en in dezelfde volgorde als de frees van uw freesmachine dat zal doen. Op deze manier krijgt u nog eens een extra controle op het uiteindelijke proces. U laadt, zie figuur 3/8.3.19-37, een .PLT-bestand.

8.3 Van schema tot kant en klare print



Figuur 3/8.3.19-37: Met CNC-Player kunt u het freesproces op uw beeldscherm simuleren.

Vervolgens kiest u de diameter van uw frees. In het “Action”-menu kunt u de optie “Simulation” aanklikken. In het venstertje “Simulation” kunt u vervolgens de snelheid van de simulatie instellen. Na een druk op de knop “Start” ziet u als het ware de frees over uw ontwerp kruipen, dit wordt weergegeven door een zwarte lijn waarvan de dikte afhangt van de freesbreedte die u heeft ingesteld. In het voorbeeld in figuur 3/8.3.19-37 ziet u heel mooi de twee pasgaatjes, die Sprint Layout in het ontwerpje heeft opgenomen.
CNC-Player is een zeer handig programma en download en aanschaf is ten zeerste aan te bevelen!

Freessoftware

Inleiding
Er is heel veel freessoftware in de handel, zo veel dat het heel moeilijk wordt om een goede keuze te maken. Als u een kant en klare machine koopt, dan wordt freessoftware meegeleverd die volledig is afgestemd op de machine. Maakt u uw freesmachine en de besturingselektronica zélf, dan zult u met een aantal programma’s moeten experimenteren.

DOS of Windows?
Opmerkelijk is dat een aantal leveranciers van freesmachines zweert bij “ouderwetse” DOS-programmatuur. Dat

8.3 Van schema tot kant en klare print

heeft een goede reden. Bij het frezen van een print moet de software continu gegevens via de parallelle of de seriële poort naar de freesmachine sturen. Als deze gegevensstroom wordt onderbroken kunnen er vreemde dingen gebeuren. Als u uw PC in DOS-modus opstart worden er meestal geen residente programma's geladen, zodat de freessoftware het rijk alleen heeft. Dat gaat natuurlijk heel anders onder Windows. Bij het opstarten van het systeem laadt Windows tientallen hulpprogramma's die in de achtergrond hun werk doen. Bovendien heeft u misschien zélf ook nog wat handige utilities geïnstalleerd, die zichzelf automatisch opstarten bij de initialisatie van uw systeem. Het is dan maar helemaal de vraag of het systeem niet af en toe via een interrupt heel even uw freesprogramma onderbreekt om de processor een andere taak te laten uitvoeren.
De ontwerpers van onder Windows werkende freesprogramma's beweren natuurlijk dat zij dit probleem hebben opgelost en dat hun software uw freesmachine altijd betrouwbaar aanstuurt. Tóch waarschuwen ook zij dat u uw freesmachine alleen mag aanzetten nadat de software draait en dat u uw Windows-PC nooit mag opstarten nadat uw freesmachine gebruiksklaar is. Bij het initialiseren van uw PC stuurt Windows namelijk signalen naar de parallelle en seriële poorten om te testen of daar iets op is aangesloten. De freesmachine kan deze signalen interpreteren als besturingssignalen en de frees kan ongewenste bewegingen uitvoeren.

PC-NC

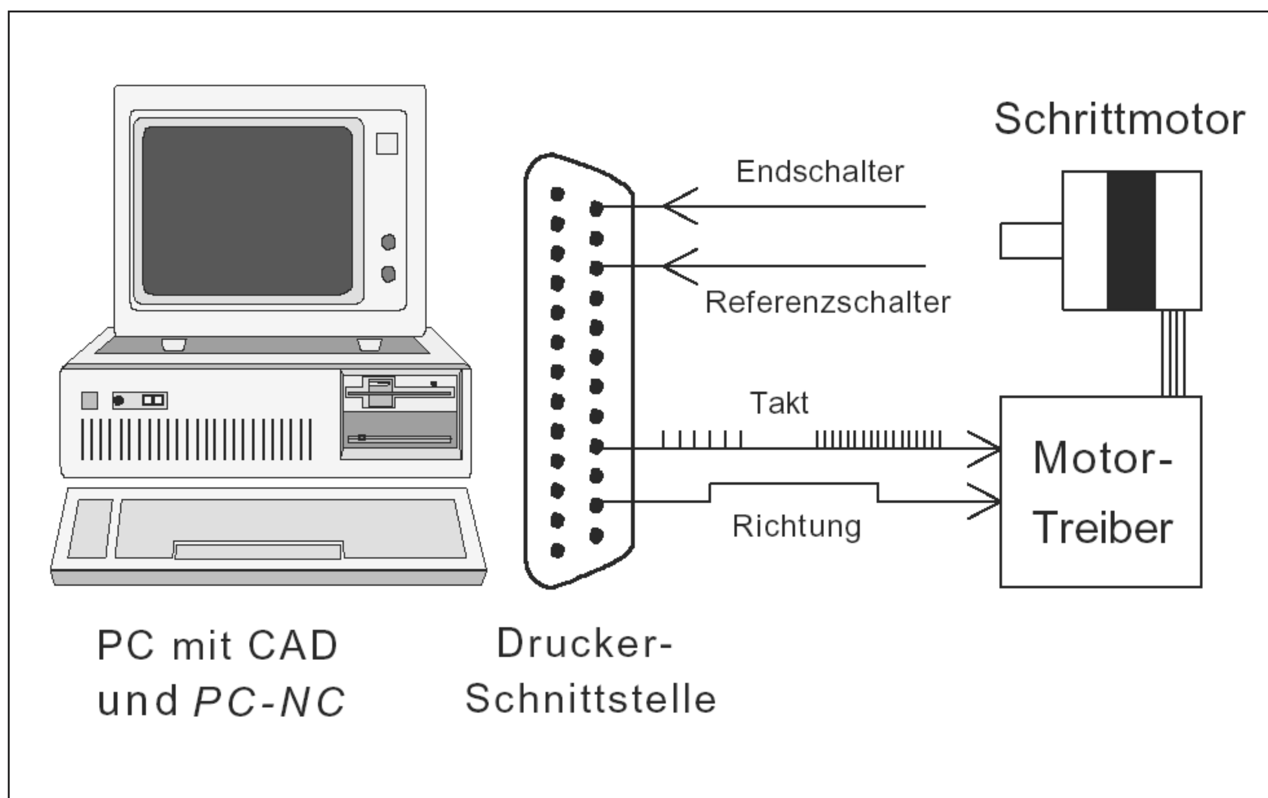
Een programma dat door diverse leveranciers van bouwpakketten en ook door Abacom wordt aanbevolen is PC-NC. Dit programma bestaat in twee versies, één voor DOS en één voor Windows. Tussen beide programma's bestaan nogal wat verschillen, reden waarom wij er twee afzonderlijke paragraafjes aan besteden.

PC-NC DOS

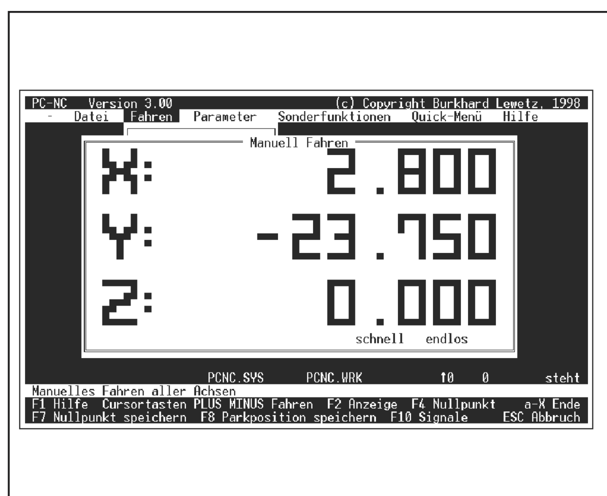
De DOS-versie van het programma stuurt rechtstreeks, zonder extra elektronica, via de parallelle poort van uw PC drie stappenmotoren aan, zie figuur 3/8.3.19-38. Per motor levert de parallelle poort twee signalen, een draairichtingssignaal en een signaal dat het aantal stappen bepaalt. De motoren kunnen twee signalen retour sturen, namelijk van een referentieschakelaar en van een eindschakelaar. Op deze manier is de software in staat te bepalen wat het nulpunt van het coördinatenstelsel is en zorgt het systeem ervoor dat de motoren nooit buiten hun bereik worden gestuurd.
Hoewel het venster natuurlijk een typisch "ouderwetse" DOS-look heeft, zie figuur 3/8.3.19-39, kunt u het programma tóch op een moderne manier bedienen. Zo heeft u de beschikking over pull-down menu's, eenvoudige bediening via het toetsenbord of joystick, instelvensters en een hulpfunctie.
Het programma kan de onderstaande bestanden omzetten in freesbesturing:
- HPGL (.PLT-bestanden);
- Sieb&Mayer;
- Excellon;
- DIN 66025 (G-Code).

De voornaamste specificaties van PC-NC zijn:
- grafische weergave van de te frezen of te boren bestanden, zie figuur 3/8.3.19-40;
- ook bruikbaar op oeroude PC's met 386 processor;

8.3 Van schema tot kant en klare print



Figuur 3/8.3.19-38: De aansturing van uw stappenmotoren via de parallelle poort.



Figuur 3/8.3.19-39: Het werkvenster van de DOS-versie van PC-NC.

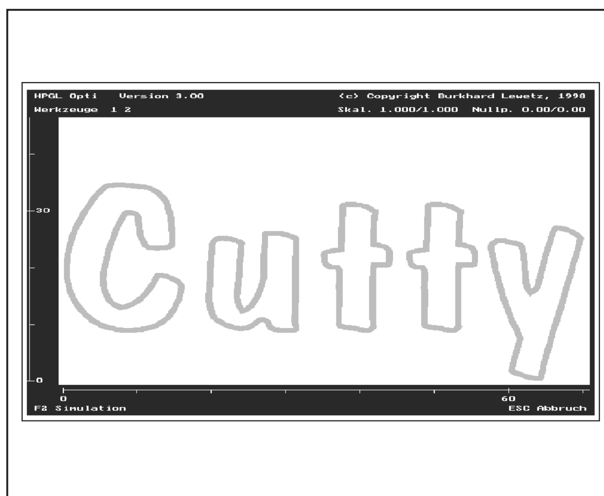
- maximale stapfrequentie 30 kHz;
- snelheden van de drie assen individueel instelbaar;
- zeer uitgebreide instellingen van diverse werktuigen;
- extra signalen voor het aansturen van koelvloeistof pomp, boorspindel en snelheidsboost;
- automatische correctie van de freesdiameter;
- macro's voor complexe besturingen;
- aansturing van freesmachines die over een automatische freeswisseling beschikken;
- bestuurbare snelheid van de freesmotor;
- een comfortabele editor voor .PLT-bestanden als extra aanwezig.

Win PC-NC

Zoals uit figuur 3/8.3.19-41 blijkt, werkt dit programma alleen samen met een kastje vol extra hardware, CNC-Control genoemd. De reden is simpel. De makers van Win PC-NC zijn ervan overtuigd dat Windows niet geschikt is voor de hon-

8.3 Van schema tot kant en klare print

derdprocentige multitasking die een continue sturing van stappenmotoren vereist.

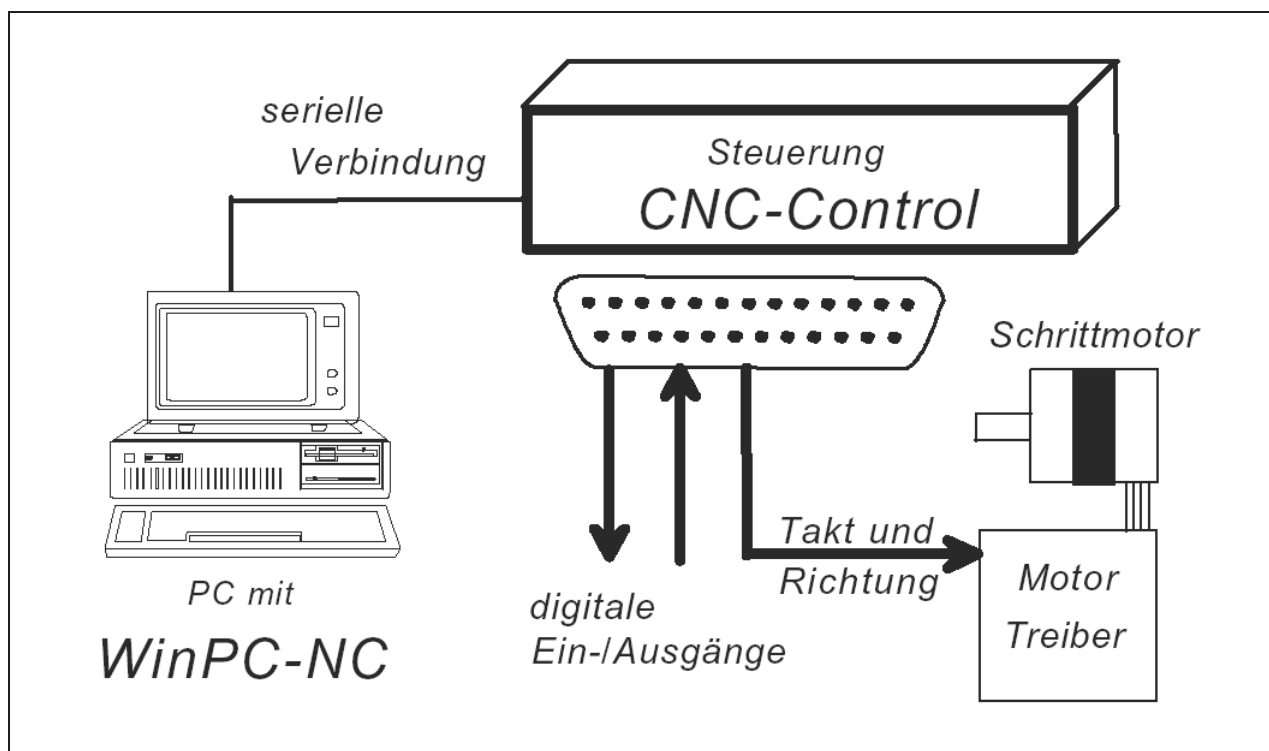


Figuur 3/8.3.19-40: Op deze manier kunt u boor- en freesbestanden in het venster van PC-NC DOS bekijken.

De elektronica in CNC-Control zorgt als het ware voor een buffer, waar uw PC gegevens naar toe stuurt en die nadien als een continue datastroom naar de stappenmotoren van uw freesmachine worden gestuurd.

De voornaamste specificaties van Win PC-NC zijn:

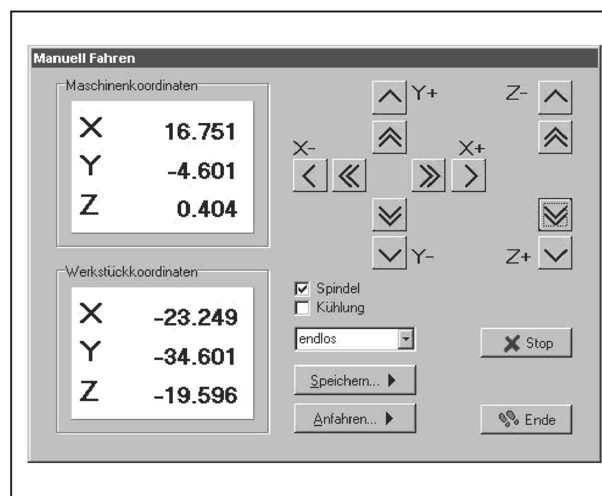
– intuïtieve bediening;
– bruikbaar vanaf Windows 95;
– stapfrequentie instelbaar tot maximaal 50 kHz;
– importfilters voor HPGL, Excellon, Sieb&Mayer, MultiCAM, DIN, IselNCP en EPS/AI;
– dank zij de extra hardware is echte multitasking gegarandeerd, terwijl Win PC-NC bezig is een print te frezen kunt u met een ander programma verder werken;



Figuur 3/8.3.19-41: Als u met Win PC-NC werkt, heeft u extra hardware nodig onder de vorm van CNC-Control.

- alle parameters van alle assen van uw machine zijn heel nauwkeurig in te stellen;
- diverse extra signalen staan ter beschikking die u vrij kunt programmeren, bijvoorbeeld voor het analoog aansturen van de snelheid van uw freesmachine (0 V tot 10 V uitgang);
- uitbreidbaar met optisch gekoppelde uitgangen;
- comfortabele editor voor bijvoorbeeld uw .PLT-bestanden;
- uitstekende grafische weergave van uw bestanden met zoomfuncties en de mogelijkheid afstanden en breedtes nauwkeurig te meten;
- real-time indicatie van de machine- en de werkstukcoördinaten, zie figuur 3/8.3.19-42;
- intelligente baanbesturing in X- en Y-richting, waarbij de software volledig zelfstandig de snelste methode zoekt om uw print te frezen of te boren;
- intelligente snelheidsbesturing in X- en Y-richting, waardoor de stapsnelheid wordt aangepast aan de afstand die de freeskop moet afleggen, met andere woorden, moet de freeskop opeens een grote X- en/of Y-afstand afleggen, dan wordt de snelheid verhoogd.

CNC-Control
Dit apparaat, voorgesteld in figuur 3/8.3.19-43, bevat een embedded-PC van het type 486 met een klokfrequentie van 100 MHz. In principe is het apparaat in staat vier stappenmotoren aan te sturen. De ingangsgegevens kunt u aanvoeren via een normale seriële poort van uw PC of via een FieldBus. De uitgangssignalen worden onder de vorm van TTL-signalen via een 25-polige Centronics-connector aan de elektronica van de stappenmotoren aangeboden.



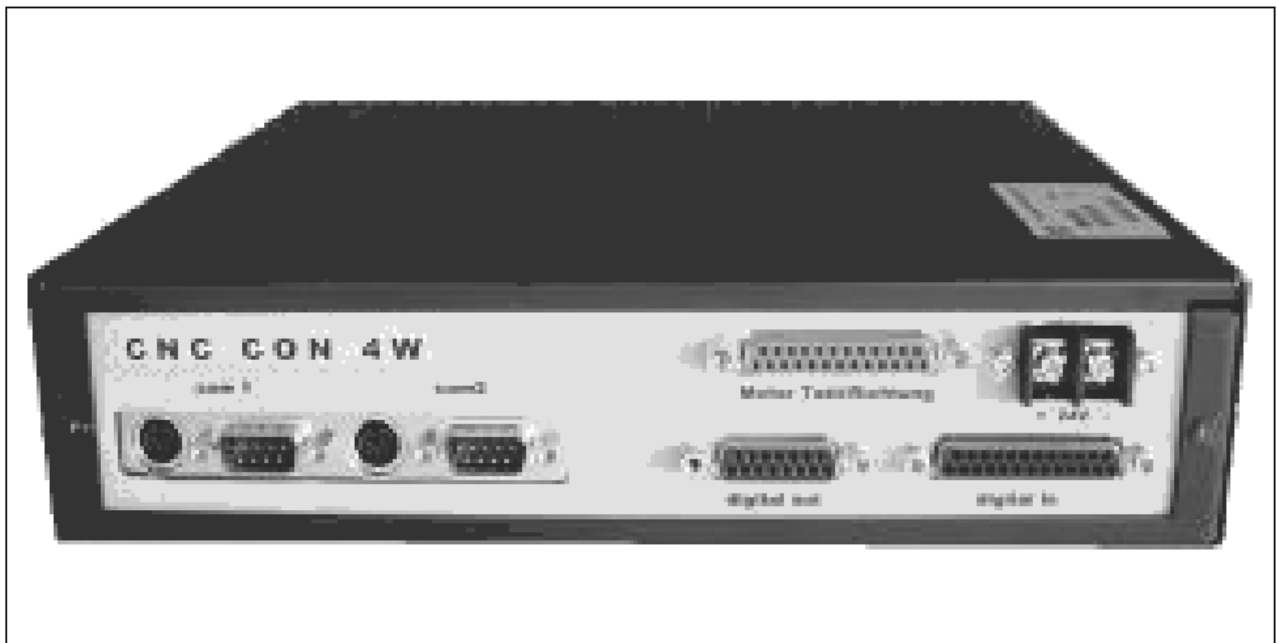
Figuur 3/8.3.19-42: In dit venster worden alle coordinaten heel nauwkeurig weergegeven.

Daarnaast bezit het apparaat acht vrij definieerbare optisch geïsoleerde uitgangen en zestien vrij definieerbare optisch geïsoleerde ingangen. Deze in- en uitgangen kunnen maximaal 24 V leveren of met dezelfde spanning worden aangestuurd.
Het apparaat wordt geleverd met gebruiksvriendelijke configuratiesoftware, zie figuur 3/8.3.19-44, waarmee u alle parameters van de in- en uitgangen kunt instellen. Bovendien kunt u, via een testoptie, alle geconfigureerde parameters testen.

Internetbronnen

- Franklin Industries
  www.franklin-industries.com
- Huber GmbH
  www.bewegen.at
- MDA Elektronica
  www.mdaelektronica.nl

8.3 Van schema tot kant en klare print



Figuur 3/8.3.19-43: De CNC-Control interface van Lewetz.



Figuur 3/8.3.19-44: De configuratiesoftware die bij de CNC-Control wordt geleverd.

- Bungard Elektronik GmbH
  www.bungard.de
- Hobbyshop24
  www.hobbyshop24.com
- 2004 All
  www.2004all.com
- Radix GmbH
  www.radixgmbh.de
- Eagle
  www.cadsoft.de
- Sprint Layout
  www.abacom-online.de
- GerbView
  www.softwarecompani-ons.com/gerbview.html
- CNC-Player
  www.cncplayer.com
- PC-NC
  www.lewetz.de

8.3 Van schema tot kant en klare print

3/8.9

Software voor de ontwerper

Inhoud

Vego's bestelservice voor oude hoofdstukken

Alle hoofdstukken uit dit naslagwerk kunt u afzonderlijk bestellen. Ga hiervoor naar onze internetsite www.hobbyelektronica.nu en klik de menu-optie "Bestellen hoofdstukken" aan.

8.9 Software voor de ontwerper

3/8.9.10 Data verzamelen via "Infofax"-systemen
(verschenen in de 76e aanvulling)

3/8.9.11 http://www.vego.nl, een *Nederlandstalige* site voor de elektronicus
(verschenen in de 81e aanvulling)

3/8.9.12 Schema's tekenen met Abacoms sPlan versie 5.0
(verschenen in de 115e aanvulling)

3/8.9.13 Printen ontwerpen met Abacoms Sprint Layout versie 4.0
(verschenen in de 111e aanvulling)

3/8.9.14 Fourier Synthese, experimenteren met harmonischen
(verschenen in de 89e aanvulling)

3/8.9.15 Oscilloscope for Windows, versie 2.51
(verschenen in het 2e basiswerk)

3/8.9.16 Printen ontwerpen met "PCB Designer" versie 1.5.5
(verschenen in de 91e aanvulling)

3/8.9.17 De Elektuur IC databank
(verschenen in de 92e aanvulling)

3/8.9.18 WWW.ZOEKELEKTRONICA.NL
(verschenen in de 93e aanvulling)

3/8.9.19 www.datasheetlocator.com, snel vinden van datasheet's op het Internet
(verschenen in de 94e aanvulling)

3/8.9.20 www.vego.nl/hobby, dé site van "HE&IC"
(verschenen in de 101e aanvulling)

3/8.9.21 Frequency Counter for Windows, versie 1.01
(verschenen in het 2e basiswerk)

3/8.9.22 Sine Wave generator, versie 3.0
(verschenen in het 2e basiswerk)

3/8.9.23 Schakelingen op strip board ontwerpen met Abacoms Loch Master
(verschenen in de 113e aanvulling)

3/8.9.24 Frontplaten ontwerpen met Abacoms Front Designer versie 2.0
(verschenen in de 114e aanvulling)

3/8.9.25 Een functiegenerator met AudioWave versie 2.0 van Abacom
(verschenen in de 116e aanvulling)

8.9 Software voor de ontwerper

3/8.9.26 Meetwaarden registreren met RealView 2.0 van Abacom

(verschenen in de 120e aanvulling)

3/8.9.27 Blokschema's simuleren met de ProfiLab's van Abacom

(verschenen in de 125e en 126e aanvulling)

8.9 Software voor de ontwerper

3/8.9.13

Printen ontwerpen met Sprint Layout versie 4.0

Inleiding

Een volwaardig programma

Nog maar vijf jaar geleden, in aanvulling 86 om precies te zijn, werd de eerste versie 1.0 van Sprint Layout van Abacom in dit naslagwerk beschreven. Ook deze versie was reeds een uitstekend programma voor het intuïtief ontwerpen van printplaten. Maar de tijd staat niet stil en inmiddels is versie 4.0 op de markt verschenen. Twee eigenschappen zijn gelukkig blijven bestaan: het werken met het programma is nog steeds heel snel aan te leren en de prijs is nog steeds heel laag: € 42,42 inclusief BTW. Maar deze versie lijkt alleen in hoofdlijnen op de allereerste versie 1.0 die op de markt verscheen. Sprint Layout is geëvolueerd tot een volwaardig stuk gereedschap waarmee u snel professioneel ogende enkel- en dubbelzijdige printplaten kunt ontwerpen.

Primitieve autorouter

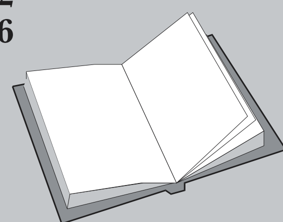
Hoewel het programma nog steeds geen import van schema's kent en het ontwerpen van een print dus neerkomt op een stevig stukje eerlijk handwerk, is tóch een aantal functies geïntegreerd die een deel van het handwerk automatiseert. Zo is in versie 4.0 een primitieve autorouter aanwezig, waarmee u koperbanen automatisch één na één kunt laten leggen. Maar dan moet u eerst met de hand een soort "ratsnest" tekenen: recht-toe-recht-aan verbindingen tussen de soldeereilandjes die met elkaar moeten worden verbonden.

Nadien start u de autorouter op en klikt een na een alle lijntjes van het ratsnest aan. Deze worden dan vervangen door kopersporen, waarbij het programma keurig om reeds bestaande kopersporen en andere hindernissen heen werkt. Deze primitieve autorouter is, vergeleken met versie 3.0, de spectaculairste en tijdbesparendste uitbreiding van Sprint Layout.

Daarnaast bevat versie 4.0 een zeer uitgebreide en overzichtelijke componentenbibliotheek, met veel aandacht voor SMD-componenten.

LEES OOK:

Hoofdstuk 3/8.9.2
Hoofdstuk 3/8.9.5
Hoofdstuk 3/8.9.12
Hoofdstuk 3/8.9.16



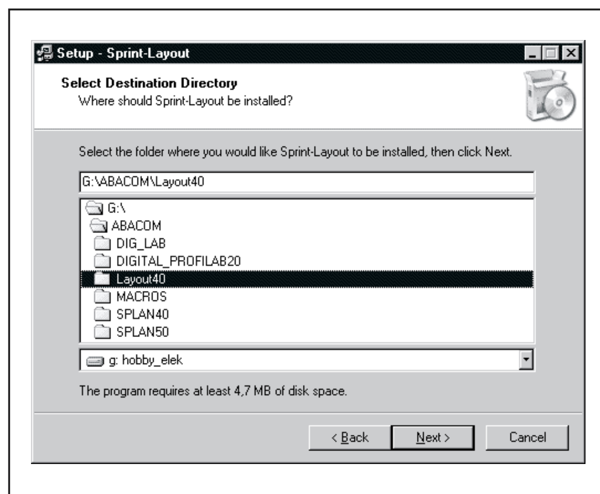
Systeemeisen
Sprint Layout versie 4.0 stelt werkelijk minimale eisen aan uw systeem. Iedere versie van Windows vanaf 95 is goed, het programma neemt maximaal 4,7 MB ruimte op uw harde schijf in beslag.

Installatie
Na het inleggen van de CD-ROM verschijnt automatisch een openingsscherm, waarin u kunt kiezen voor Duitse of Engelse installatie van het programma. In deze bespreking wordt uitgegaan van de Engelstalige installatie. Na het aanklikken van de taalkeuze ziet u het venster van figuur 3/8.9.13-1 verschijnen. U klikt hierin uiteraard op de optie "Software installation".



Figuur 3/8.9.13-1: Het venster waarmee de installatie van Sprint Layout start.

Vervolgens verschijnt het van Windows bekende venster "Sprint-Layout Set-up Wizard". Na een klik op "Next" kunt u in het venster van figuur 3/8.9.13-2 de directory selecteren waarin het programma wordt geïnstalleerd. De Set-up Wizard maakt in deze directory automatisch een subdirectory Layout40 aan.



Figuur 3/8.9.13-2: Het selecteren van de installatie directory.

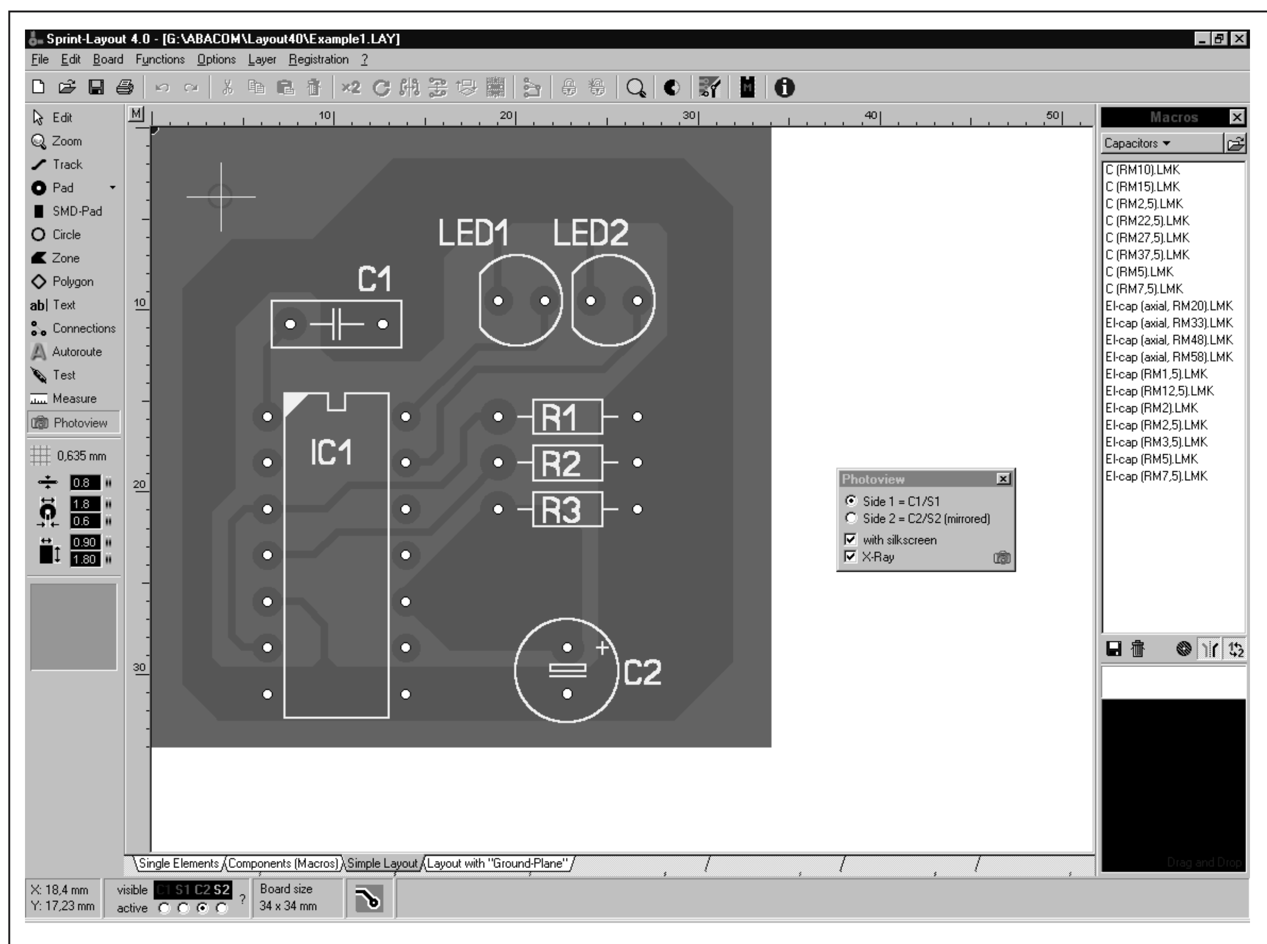
Na een venster waarin u de "Start Menu Folder" kunt selecteren verschijnt het venster "Ready to Install". Uw klik op de optie "Install" zorgt ervoor dat Sprint Layout versie 4.0 in een paar minuutjes wordt geïnstalleerd. U kunt nadien de CD-ROM weer opbergen.

Het werkvenster van Sprint Layout
Na het op de standaard Windows-manier opstarten van het programma verschijnt het werkvenster van figuur 3/8.9.13-3 in beeld. Wij hebben hier de voorbeeld print, die bij het programma wordt geleverd, ingelezen. De belangrijkste instrumenten staan links en rechts. Links ziet u een lijstje met gereedschappen, van "Edit" tot en met "Photoview". Rechts is het "Macro"-venster weergegeven. Hieruit selecteert u de componenten die u op uw printplaat moet onderbrengen.

Belangrijke begrippen

Lagen
Sprint Layout versie 4.0 ondersteunt vier tekenlagen.

8.9 Software voor de ontwerper

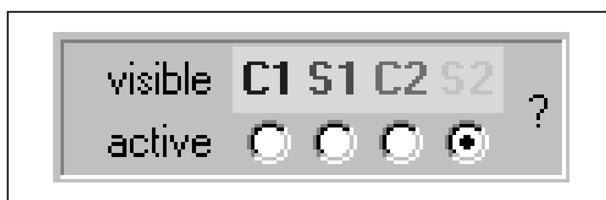


Figuur 3/8.9.13-3: Het werkvenster van Sprint Layout 4.0.

De zijde van de print waarop later de componenten worden gemonteerd bevat de lagen S1 en C1. “S” staat voor “Silk Screen Layer”, de laag waarop u de componenten tekent. C staat voor “Copper Layer”, de laag waarop u soldeereilandjes (pad’s) en koperbanen (track’s) aanbrengt en waarop u later soldeert.
De andere zijde van de print bevat de lagen S2 en C2. U moet de betekenis van deze vier lagen goed tot u door laten dringen. Als u een enkelzijdige print ontwerpt, mag u alleen de lagen S1 en C2 gebruiken. Alle koperen onderdelen horen dan thuis op de laag C2, alle tekenelementen op de laag S1.

Iedere laag wordt voorgesteld door een eigen kleur, wat een zeer overzichtelijke print tot gevolg heeft. In de standaard instelling wordt bijvoorbeeld alles op laag S1 rood getekend en alles op laag C2 groen.
Op ieder moment is maar één laag actief. Daar moet u goed op letten, want anders gaat er gegarandeerd iets mis. Welke laag actief is ziet u links onder in het venster, zie figuur 3/8.9.13-4. U kunt een andere laag activeren door in het rondje onder de benaming te klikken. Als u dus een kopereilandje aanbrengt, moet u eerst de laag C2 activeren. Schrijft u het nummer van een onder-

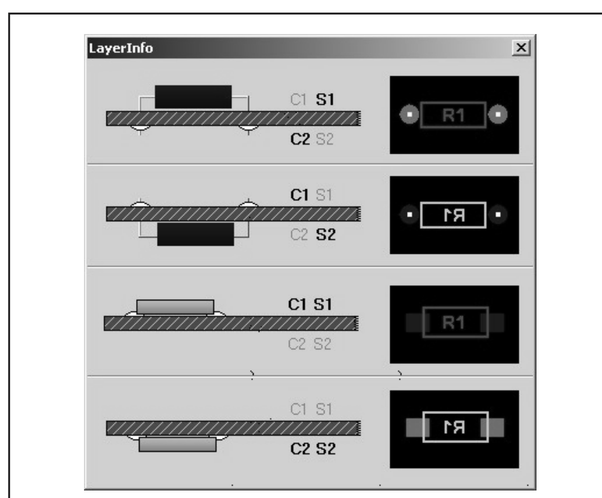
deel op de print, bijvoorbeeld R1, dan moet u eerst laag S1 activeren. U kunt lagen zichtbaar en onzichtbaar maken door op de benaming van de lagen te klikken.
Lagen activeren kunt u ook met de toetsen <F1> tot en met <F4>, lagen zichtbaar of onzichtbaar maken met de toetsen <F5> tot en met <F8>.



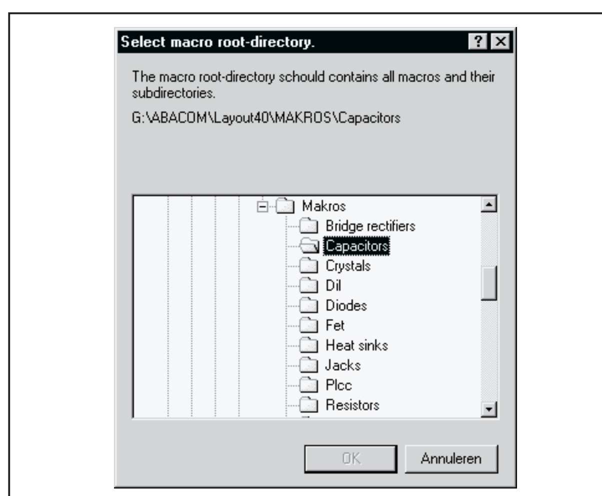
Figuur 3/8.9.13-4: Van de vier beschikbare lagen kunt u er steeds maar één actief maken.

Als u op het vraagteken klikt naast de lagenindicator, verschijnt een informatievenstertje, zie figuur 3/8.9.13-5, waarin nog eens wordt aangegeven hoe Sprint Layout met zijn vier lagen omgaat.

Werken met macro's
In de terminologie van Sprint Layout zijn macro's elektronische onderdelen. Deze bestaan uit een vereenvoudigde grafische voorstelling van het onderdeel (de outline) die op de componentenzijde van de print wordt getekend en een aantal soldeereilandjes (pad's) die op de koperzijde worden geplaatst.
Deze macro's vormen dus de basis van uw ontwerp en het plaatsen van de macro's is een van de eerste stappen in het ontwerpen van een print. Sprint Layout bevat een uitgebreide bibliotheek met macro's, maar u kunt op een heel eenvoudige manier eigen macro's aan de bibliotheek toevoegen. Bij het opstarten van het programma zijn de macro's niet actief. U krijgt toegang tot de macro-directories door in het "Options"-menu de optie "Show macro library" aan te klikken. Het nu nog lege sub-venster, rechts in het werkscherm, heeft een klein map-symbooltje. Als u daarop klikt verschijnt de directory met alle macro-bestanden in beeld, zie figuur 3/8.9.13-6.



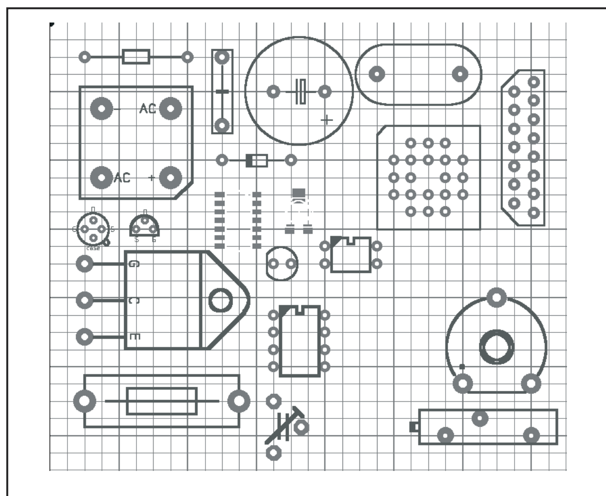
Figuur 3/8.9.13-5: Het informatievenstertje dat de vier lagen C1, S1, C2 en S2 duidelijk definieert.



Figuur 3/8.9.13-6: In dit venster kiest u een van de macro-bibliotheken.

Het programma beschikt over de volgende bibliotheken:

– bruggelijkrichters;
– condensatoren;
– kristallen;
– DIL-IC's;
– dioden;
– FET's;
– koelplaten;
– connectoren;
– PLCC-IC's;
– weerstanden;
– SMD onderdelen;
– thyristoren en triac's;
– transformatoren;
– transistoren;
– trimmers;
– spanningsstabilisatoren.



Figuur 3/8.9.13-7: Een alles behalve compleet overzicht van de beschikbare macro's.

Iedere bibliotheek bevat meestal tientallen diverse componenten uit de groep, die voorzien zijn van een duidelijke naam. De weerstand "R(RM10)" vertegenwoordigt een liggende weerstand met een rastermaat (RM) van 10 mm. De FET "TO220-GDS (flat)" stelt een liggende FET voor in TO-220 behuizing met als aansluitvolgorde van links naar rechts gate-drain-source.

In figuur 3/8.9.13-7 hebben wij een twintigtal standaard onderdelen uit de bibliotheken op een proefprintje geplaatst. Zo krijgt u een mooi overzicht van de componentenrijkdom van het programma.
Een component plaatst u op uw printontwerp door de tekening van het onderdeel, rechts onder in beeld, met de muis naar de print te slepen. Alle componenten uit de bibliotheek plaatsen zowel de outline (de tekening) als de pad's (de soldeereilandjes) op de juiste laag van uw ontwerp. Werkt u bijvoorbeeld met laag S1 actief en plaats u een weerstand, dan wordt de outline van het onderdeel op laag S1 geplaatst en de pad's op laag C2. Bij SMD-onderdelen worden outline en pad's uiteraard automatisch op dezelfde zijde van de print geplaatst, dus de outline op S1 en de pad's op C1. Bij gemengd gebruik van normale en SMD-componenten zitten de onderdelen aan weerszijden van de print. Ook hiermee houdt Sprint Layout automatisch rekening. Monteert u een onderdeel op de koperzijde van de print, dan wordt dit onder- deel automatisch gespiegeld.

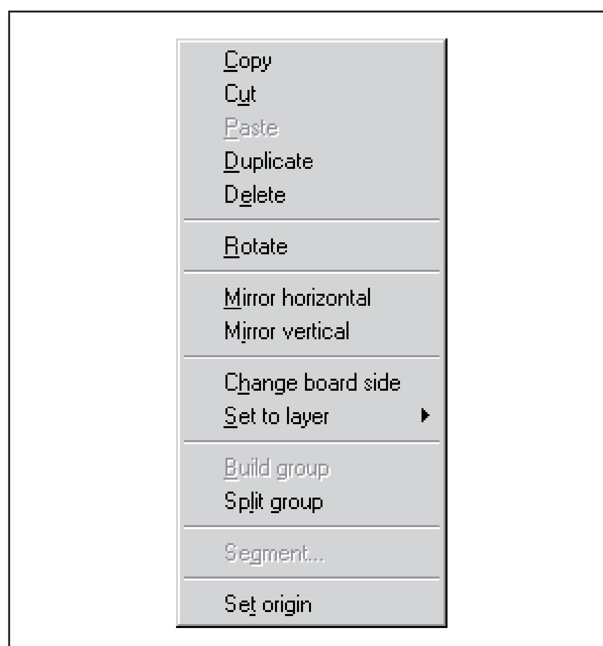
Bewerkingen op macro's
Onder de lijst met macro's staan vijf drukknopjes, zie figuur 3/8.9.13-8. Met deze knoppen kunt u, van links naar rechts, de volgende bewerkingen op een macro uitvoeren:
– Save macro:
  Hiermee kunt u geselecteerde objecten in uw ontwerp opslaan als een nieuwe macro. Op deze manier kunt u regelmatig terugkomende patronen, bijvoorbeeld acht naast elkaar geplaatste weerstanden, in de bibliotheek onder een eigen naam opnemen.

– Delete macro:
  Deze optie verwijderd een geselecteerde macro van uw harde schijf.
– Through-pad macro:
  Met deze optie maakt u van alle pad's van de geselecteerde macro "through-pad's, oftewel soldeereilandjes die doorgemetalliseerd moeten worden. Dat noemt men "via's". De pad's worden dan aan weerszijde van uw ontwerp geplaatst, dus zowel op C1 als op C2.
– Mirror macro:
  Deze optie spiegelt de macro.
– Change side:
  Met deze laatste optie verplaats u een macro van de ene naar de andere zijde van de print. In de meeste gevallen zal het noodzakelijk zijn ook de optie "Mirror macro" toe te passen.



Figuur 3/8.9.13-8: Met deze vijf drukknopjes kunt u macro's manipuleren.

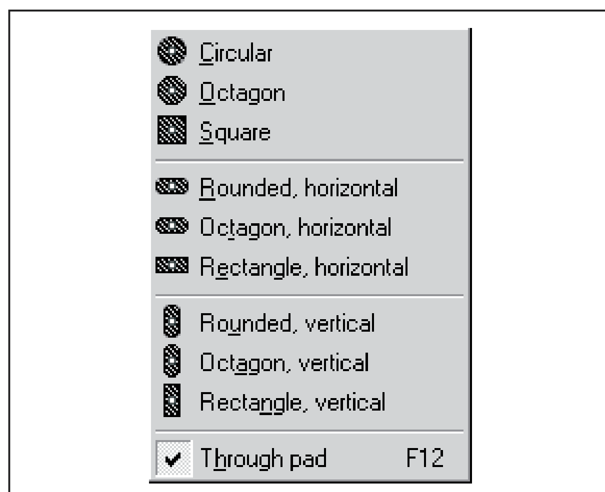
Macro's en de rechter muisknop
Als u met de rechter muisknop op een macro op uw printontwerp klikt, verschijnt het pop-up menu van figuur 3/8.9.13-9. Hiermee kunt u extra handelingen op de macro uitvoeren, zoals kopiëren, wissen, dupliceren, etc. De meeste opties zijn zelf-verklarend. Alleen de opties "Build group" en "Split group" behoeven toelichting.
Een macro is opgebouwd uit diverse losse tekenelementen zoals lijnen, cirkelsegmenten, boogsegmenten, pad's, etc. Met "Build group" maakt u van al deze losse elementen een geheel, dus één groep. Het voordeel hiervan is dat u nadien op alle gecombineerde elementen gezamenlijke bewerkingen kunt uitvoeren, zoals kopiëren, spiegelen en verplaatsen. Kortom, alle elementen gedragen zich als één superelement.
Met "Split group" doet u precies het tegengestelde. U ontleedt een macro in zijn losse tekenelementen. Nadien kunt u ieder element selecteren en er een bewerking op toepassen.



Figuur 3/8.9.13-9: Met de rechter muisknop krijgt u toegang tot een pop-up menu, waarmee u bewerkingen op macro's kunt uitvoeren.

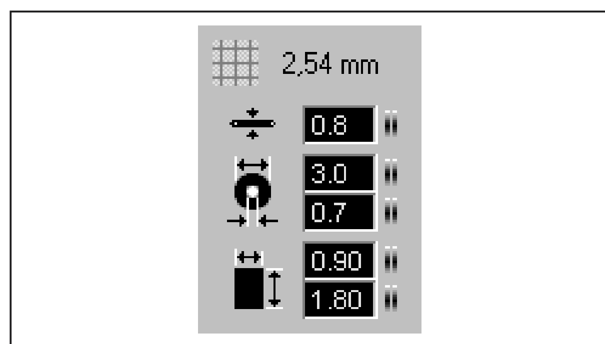
Pad's, via's en drill holes tekenen
Hoewel u, dank zij de handige macro's, maar heel weinig soldeereilandjes met de hand moet aanbrengen, beschikt Sprint Layout op dat gebied over alle gewenste opties. In de linker lijst treft u het gereedschap "Pad" aan. Als u hierop klikt kunt u losse pad's in uw ontwerp aanbrengen. Klikt u op het pijltje naast

het woord Pad, dan ziet u het selectielijstje van figuur 3/8.9.13-10, waar u de gewenste vorm van het soldeereilandje kunt selecteren. Door de optie "Through pad" aan te vinken wordt het geselecteerde eilandje een via, oftewel een pad dat bij de productie van uw print doorgemetalliseerd moet worden. Deze optie plaatst het pad dus op beide koperlagen van uw print. Een via wordt door een groen/blauw streepjespatroon voorgesteld. Logisch, dit pad zit immers op de blauwe laag C1 én op de groene laag C2.



Figuur 3/8.9.13-10: Het selecteren van de gewenste vorm van een soldeereilandje oftewel pad.

Het unieke van Sprint Layout is dat u de afmetingen van ieder individueel pad kunt instellen. Met de in figuur 3/8.9.13-11 voorgestelde knopjes kunt u zowel de buiten- als de binnendiameter van ieder pad definiëren. Als u met de muis op de twee balkjes naast de cijfervakjes gaat staan, kunt u met de linker en rechter muisknoppen de afmetingen vergroten en verkleinen.
"Drill holes" zijn gaten die in uw print worden geboord voor het bevestigen van onderdelen op de print en voor het vastschroeven van de print op een chassis. Sprint Layout heeft geen afzonderlijke optie om dergelijke gaten aan te brengen. Maar als u een cirkelvormig pad selecteert en de binnen- en buitendiameters op dezelfde waarde instelt (bijvoorbeeld 3,2 mm), dan ontstaat vanzelf een boorgat. Een boorgat wordt voorgesteld door een witte cirkel met een paskruis er in.



Figuur 3/8.9.13-11: Met deze knopjes stelt u de afmetingen van koperbanen (track's), soldeereilandjes (pad's) en SMD-pad's individueel in.

SMD-pad's tekenen

Op de reeds beschreven manier kunt u uw print voorzien van koperen vlakjes waar u nadien uw SMD-componenten op vast soldeert. Selecteer hiervoor het werktuig "SMD-Pad", definieer in het venstertje van figuur 3/8.9.13-11 de breedte en hoogte en sleep het SMD-pad met de muis naar uw printontwerp. Zorg ervoor dat u eerst de juiste laag actief maakt.

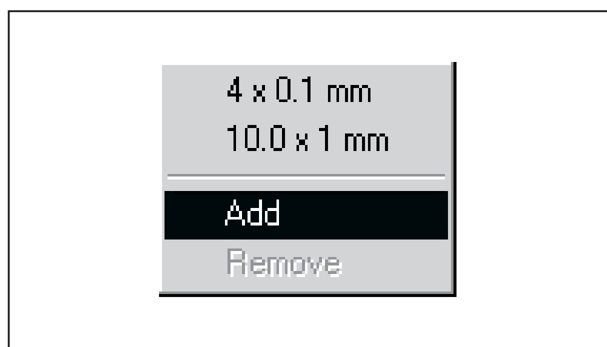
Printbanen tekenen

Hoewel de functie "Autoroute" heel wat handwerk van u overneemt, ontkomt u er tóch niet aan printbanen met de hand te tekenen. Selecteer hiervoor in de lin-

ker lijst het gereedschap “Track”. Vul in het venster van figuur 3/8.9.13-11 de dikte van de track in. Beweeg de muis naar het beginpunt van een koperspoor en druk op de linker muisknop. Als u de cursor vervolgens verplaatst, ziet u de koperbaan ontstaan. Klik weer op de linker muisknop als u een hoekpunt in het spoor wilt aanbrengen. Ga op deze manier verder tot u het eindpunt van het spoor heeft bereikt. Klik dan op de rechter muisknop om het koperspoor af te sluiten.

Track’s, pad’s en SMD-pad’s definiëren

Een handige functie van Sprint Layout is dat u deze drie elementen kunt definieren voor toekomstig gebruik. Stel dat u vaak een pad nodig heeft met een buitendiameter van 3 mm en een binnendiameter van 0,7 mm. Vul deze gegevens in het venster van figuur 3/8.9.13-11 in. Klik nu op het pad-symbool in deze figuur. Er verschijnt nu een pop-up venstertje in beeld met de optie “Add” reeds geselecteerd. Klik op deze optie en het pad met de afmetingen 3/0,7 mm wordt in het lijstje opgenomen en kan steeds weer worden opgeroepen.
Hetzelfde geldt voor SMD-pad’s en voor track’s.

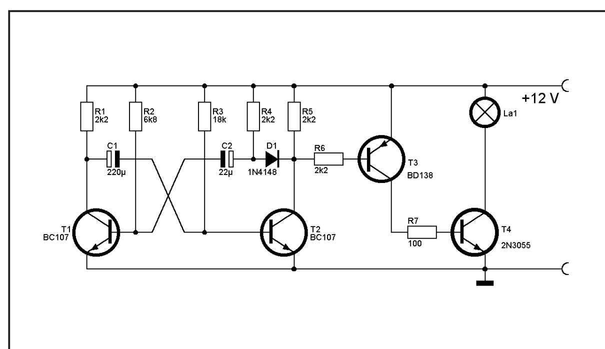


Figuur 3/8.9.13-12: Het definiëren van pad’s, track’s en SMD-pad’s.

Aan de slag

Een eenvoudig schema als voorbeeld

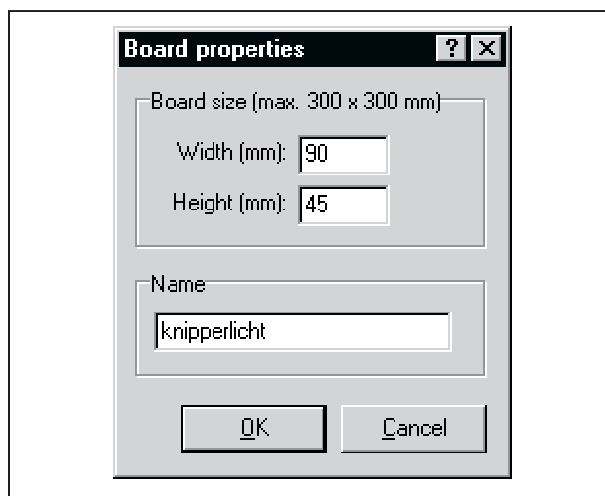
Hiermee hebben wij lang niet alle functies en opties van Sprint Layout versie 4.0 behandeld. Maar in plaats van al deze opties een na een te beschrijven gaan wij, samen met u, het programma verkennen aan de hand van een zeer eenvoudig voorbeeld. In figuur 3/8.9.13-13 is een schemaatje getekend van een knipperlicht met groot vermogen. U zou dit schema kunnen gebruiken om een lamp aan te sturen als uw inbraakalarm wordt geactiveerd. De 12 V lamp La1 kan een vermogen van 48 W hebben, meer dan genoeg om in een duistere nacht de hele straat aan te lichten. Dit schema is getekend met Splan, een schemateken programma van Abacom.



Figuur 3/8.9.13-13: Het eenvoudig schema dat wij op een print gaan zetten.

Stap 1: afmetingen van de print instellen

Door alle onderdelen even op een plat vlak te rangschikken schatten wij in dat dit schema gemakkelijk op een print van 45 mm bij 90 mm past. Start Sprint Layout op, ga naar het “File”-menu en selecteer de optie “New”. Meteen verschijnt het venster van figuur 3/8.9.13-14 in beeld. Vul de afmetingen van de print in en bedenk een naam voort het ontwerp.



Figuur 3/8.9.13-14: Het instellen van de afmetingen van de print.

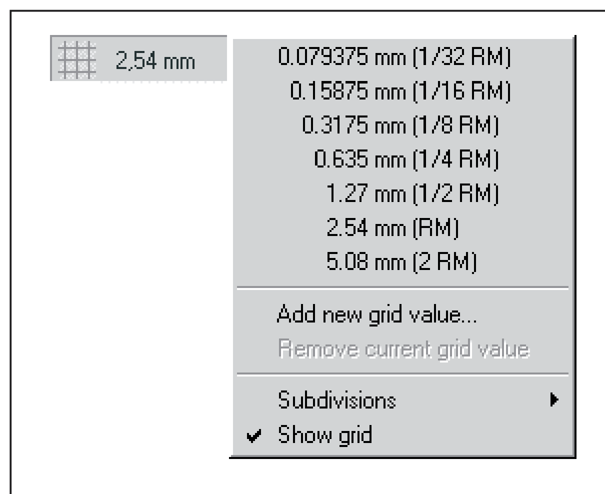
Heeft u geen idee hoe groot de print moet worden? Geen probleem, definieer een grote print, de afmetingen kunt u later altijd reduceren. Ga hiervoor naar het menu “Board” en selecteer de optie “Properties”.

Stap 2:
uw project saven

Hoewel u in stap 1 een naam heeft ingevuld, betekent dit niet dat u uw project al heeft gesaved op uw harde schijf. U heeft alleen één print uit uw project een eigen naam gegeven. Sprint Layout ondersteunt namelijk het opnemen van meer dan een print in een project. Als u een versterker ontwerpt heeft u bijvoorbeeld drie printen nodig: de print voor de voeding, de voorversterker print en de eindversterker print. Die drie printen kunt u, ieder onder een eigen naam, in één project opnemen. Maar u moet dit project dan wel saven onder een algemene projectnaam. Ga hiervoor naar het “File”-menu en selecteer de optie “Save as”. Vul een projectnaam in. Alle printen in dit project worden nu in één bestand op uw harde schijf opgeslagen.

Stap 3:
printraster instellen

Zoals u wellicht weet, werkt men bij het ontwerpen van printplaten meestal met een raster van 1/10 inch (2,54 mm). Dat betekent dat alle pad’s van het ontwerp een veelvoud van 1/10 inch uit elkaar staan. De pennetjes van een DIL-IC staan bijvoorbeeld precies 2,54 mm uit elkaar en dat geldt voor een heleboel onderdelen. U moet dus het raster instellen. Dat doet u door in het venstertje van figuur 3/8.9.13-11 op het raster-pictogram te klikken. In de lijst die dan verschijnt, zie figuur 3/8.9.13-15, klikt u op 2,54 mm. De nog volledig lege print wordt nu gevuld met een lijnenpatroon, het printraster. Alle snijpunten liggen 2,54 mm uit elkaar. Als u nu een macro, een pad of een track aanbrengt, zult u merken dat de cursor alleen van rasterpunt naar rasterpunt springt.



Figuur 3/8.9.13-15: Het instellen van het raster van de print.

Belangrijke opmerking

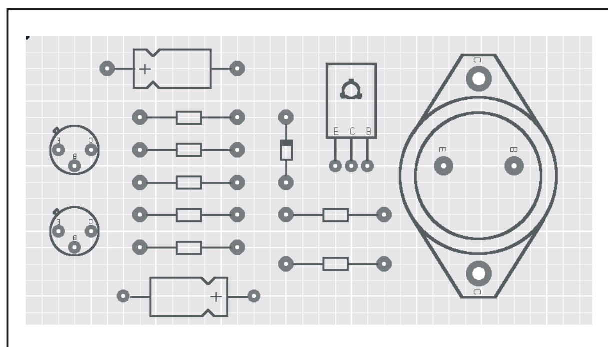
Uiteraard zijn er componenten waarvan de aansluitpennen niet op een veelvoud van 2,54 mm van elkaar zitten. Soms moet u dus macro’s, pad’s en track’s aan-

brengen tussen de rasterpunten. Als u de <Ctrl> ingedrukt houdt tijdens het verplaatsen van de cursor zult u merken dat het magnetisch raster wordt uitgeschakeld en dat u macro’s, pad’s en track’s op iedere plaats van de print kunt neerzetten.

Stap 4:
aanbrengen van de componenten

De volgende stap is het tekenen van alle componenten van het schema op uw print. Dank zij de uitgebreide bibliotheek met macro’s is deze klus binnen een paar minuten geklaard, zie figuur 3/8.9.13-16. Voor dit ontwerpje hebben wij gebruik gemaakt van de macro’s:

- R(RM15);
- TO-39;
- Diode(RM10);
- El-cap(RM20);
- TO-126-ECB(flat);
- TO-3(EBC).



Figuur 3/8.9.13-16: Voor het tekenen van de componenten op uw print maakt u gebruik van de uitgebreide macro-bibliotheek.

Uiteraard zult u af en toe macro’s moeten roteren. Dit kan op de aan de hand van figuur 3/8.9.13-9 beschreven manier.

Denkt u er aan dat u bij een dergelijke eenvoudige enkelzijdige print laag S1 actief houdt? Dé garantie dat alle outlines van alle macro’s automatisch op laag S1 terecht komen en alle pad’s op laag C2.

Stap 5:
extra’s tekenen

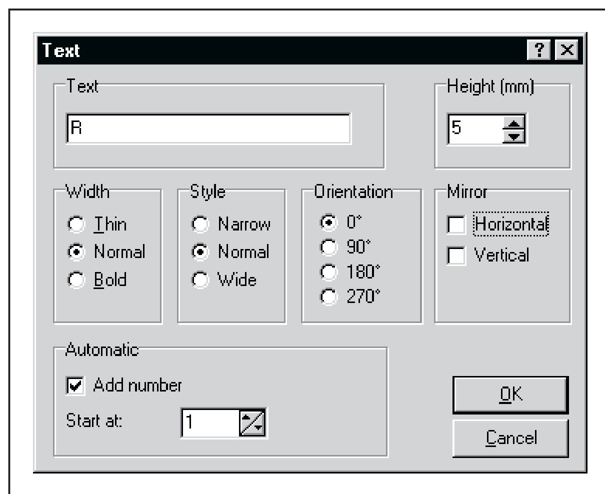
Uw print moet natuurlijk vier boorgaatjes in de hoeken krijgen om de print te kunnen bevestigen. Bovendien zijn vier pad’s noodzakelijk voor de soldeerlipjes voor de lamp, de +12 V voeding en de massa. Die moet u nu aanbrengen op de reeds beschreven manier.

Stap 6:
de componenten nummeren

Op uw ontwerp staan nu zeven weerstanden, twee condensatoren, één diode en vier transistoren, Wat is wat? U moet nu dus alle componenten voorzien van een naam. U weet wel: weerstanden van R1 tot en met R7 benoemen, etc. Hiervoor heeft Sprint Layout het handige “Text”-gereedschap. De teksten horen uiteraard thuis op de laag S1, u moet deze dus eerst actief maken.

Laten we eerst maar eens alle weerstanden benoemen. Klik in de linker lijst op de knop “Text”. In het venster van figuur 3/8.9.13-17 vult u in het vak “Text” gewoon de letter “R” in. Klik de optie “Add number” aan en vul in “Start at” het cijfer “1" in. Ga nu met de muis weer naar uw print. De cursor verandert in ”R1". Druk <Ctrl> in en plaats de tekst “R1" ergens onder het symbool van deze weerstand. Dat doet u door op de gewenste plaats op de linker muisknop te klikken. De tekst ”R1" wordt op uw print geplaatst en de cursor verandert in “R2". Door de optie ”Add number" aan te vinken heeft u er namelijk voor gezorgd dat Sprint Layout identieke componenten automatisch doornummert! Op deze manier

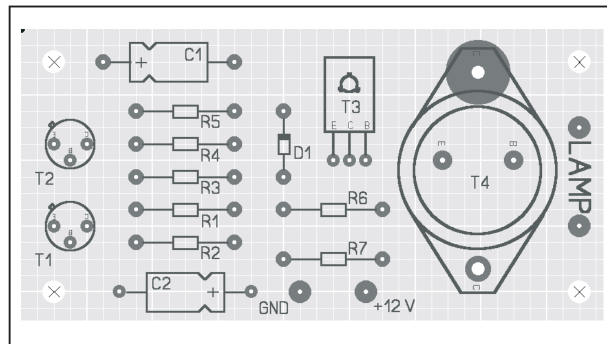
kunt u in minder dan tien seconde de zeven weerstanden identificeren.
Klit op de rechter muisknop om de actie af te sluiten. Herhaal de procedure voor de tekst “C”, “D” en “T”.



Figuur 3/8.9.13-17: Via dit venstertje gaat u alle componenten op uw print benoemen.

Alle componenten benoemd? Dan zijn er nog vier pad’s tekstloos: de massa, de voeding en de twee lamp-aansluitingen. Herhaal de beschreven actie, maar nu uiteraard zonder de optie “Add number” aan te vinken, en zet de teksten “GND”, “+12 V” en “LAMP” bij de soldeerlipjes. Door de optie “Mirror” aan te vinken kunt u de tekst eventueel 90° roteren.

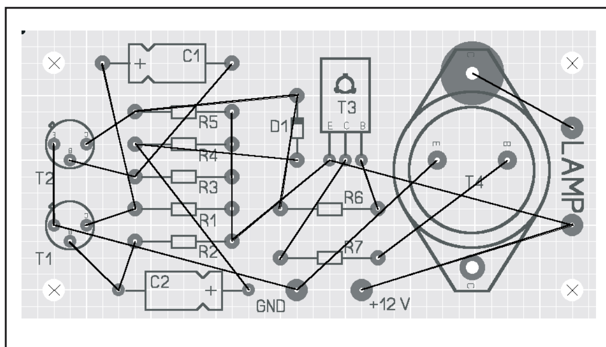
Stand van zaken
Wij zijn nu klaar voor het belangrijkste werk: het koperpatroon aanbrengen. Als alles goed is gegaan ziet uw print er nu uit zoals getekend in figuur 3/8.9.13-18. Of toch niet? De outline van alle componenten is veel dunner dan weergegeven in deze figuur. Kwestie van smaak, maar wij vonden dikkere lijntjes mooier. U ook? Geen probleem, klik de outline van een component aan en ga met de muis naar het venstertje van figuur 3/8.9.13-11. Met de instelling van de track-dikte kunt u nu ook de dikte van de lijnen van de outline van de componenten aan uw eigen smaak aanpassen.



Figuur 3/8.9.13-18: Uw print is klaar om voorzien te worden van het patroon van kopersporen.

Stap 7:
het “ratsnest” aanbrengen
U kunt nu met de hand alle kopersporen aanbrengen. Maar Sprint Layout biedt een oplossing om dit werkje grotendeels te automatiseren. Zoals reeds geschreven in de inleiding bevat versie 4.0 een eenvoudige autorouter. Maar dan moet het programma wél eerst weten welke pad’s met elkaar moeten worden verbonden. Vandaar dat u eerst met de hand het zogenaamde “ratsnest” moet tekenen. Dit “ratsnest” bestaat uit de recht-toe-recht-aan verbindingen tussen alle pad’s die met elkaar worden verbonden. Selecteer in de gereedschapslijst de optie “Connections”. Ga met de muis naar een pad, klik op de linker muisknop en verplaats de muis naar een pad waarmee het eerste pad verbonden moet worden. Klik weer op de linker muisknop. Sprint Layout tekent nu een dun lijntje tussen beide pad’s.
Herhaal deze bewerkingen tot alle te verbinden pad’s met elkaar verbonden zijn.

Sluit de actie af met een druk op de rechter muisknop. Het resultaat zie u in figuur 3/8.9.13-19.



Figuur 3/8.9.13-19: Het “ratsnest” van uw print bevat nu alle recht-toe-recht-aan verbindingen tussen alle te verbinden pad’s.

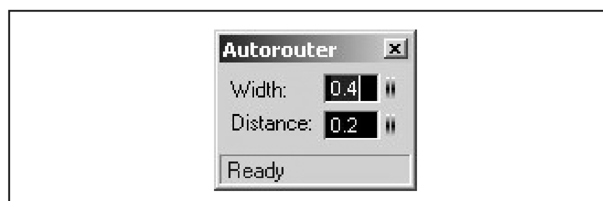
Heeft u per ongeluk een verkeerde connection getekend? Die kunt u niet wissen met <Delete>, maar door de connection nog eens te tekenen.

Stap 8:
het “ratsnest” optimaliseren

Het ratsnest is “rubber banded” gekoppeld aan de pad’s. Als u een onderdeel verplaatst, dan zullen de dunne lijntjes van het ratsnest mee verplaatsen. Dit biedt u uiteraard de prachtige mogelijkheid om het ratsnest te optimaliseren. Het zal immers duidelijk zijn dat het aanbrengen van de kopersporen heel problematisch wordt als erg veel lijntjes van het ratsnest elkaar kruisen. Hoe meer kruisende lijntjes, hoe groter de kans dat u met draadbruggetjes moet gaan werken of moet overschakelen naar een dubbelzijdige print. Door nu onderdelen te verplaatsen en/of te roteren kunt u proberen zo weinig mogelijk kruisende lijntjes in het ratsnest over te houden.
Bij complexe printen is dit een hele klus, maar als troost kan worden opgemerkt dat dit zelfs bij de allerduurste printontwerp programma’s ook nog steeds met de hand moet gebeuren. Bij dit uiterst simpel voorbeeldje hebben wij deze stap achterwege gelaten.

Stap 9:
de “Autorouter” inschakelen

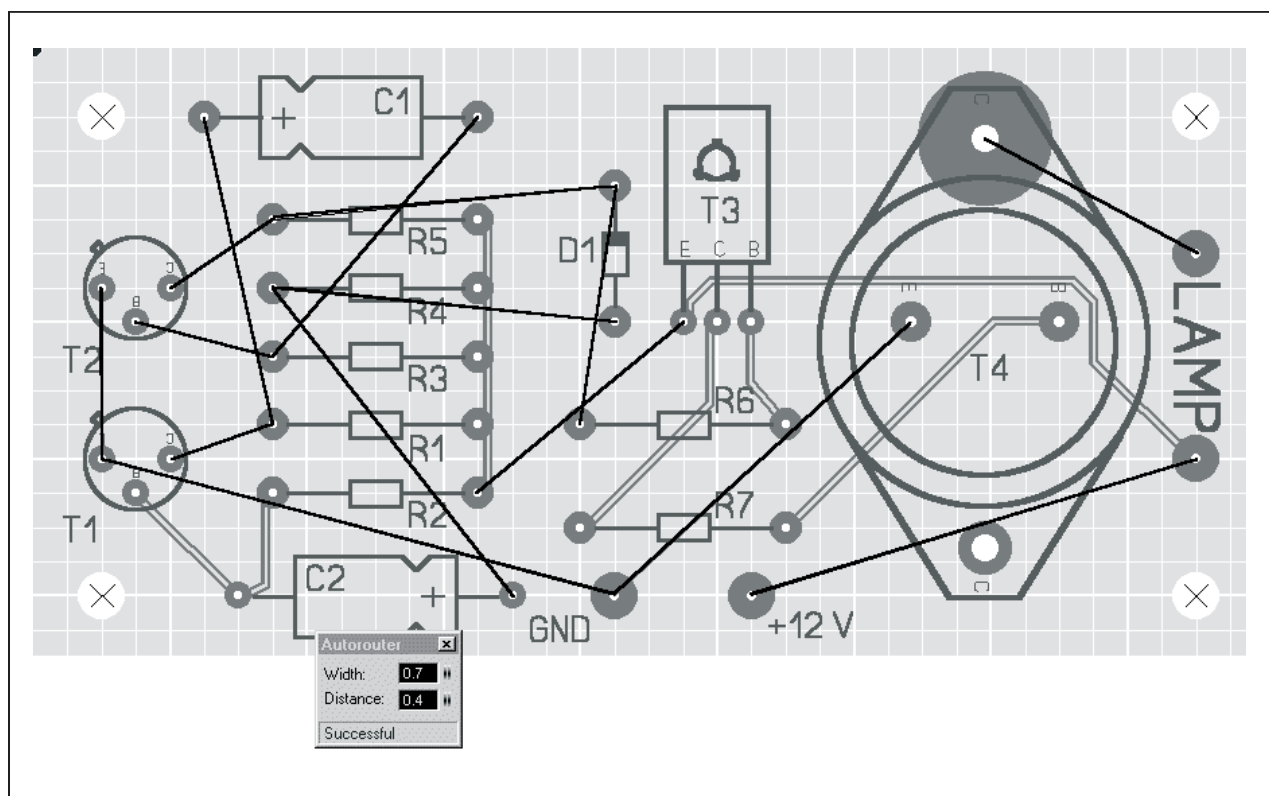
Bij zeer dure printontwerp pakketten klikt u nu op de knop “Autorouter”. Vervolgens gaat uw PC een kwartier zoemen en verrast u nadien met een vrijwel compleet printontwerp. 90 % tot 95 % van de lijnen van het ratsnest zijn omgezet in elkaar niet kruisende kopersporen. De rest moet u handmatig aanbrengen. Dát kunt u van een nog geen vijftig euro kostend pakket als Sprint Layout niet verwachten.
Tóch is de autorouter een zeer handig en tijdbesparend gereedschap. U start de autorouter door in de linker gereedschapslijst op de knop “Autoroute” te klikken. In het venstertje van figuur 3/8.9.13-20 definieert u de breedte van het koperspoor (Width) en de afstand tussen het koperspoor en andere sporen of gaatjes op de print (Distance).



Figuur 3/8.9.13-20: In dit venstertje definieert u de parameters van de autorouter.

De autorouter van Sprint Layout versie 4.0 is een eenvoudige punt-naar-punt router, die een door u geselecteerde lijn uit het ratsnest omzet naar een koperspoor. Het werken met dit gereedschap is in principe eenvoudig.

8.9 Software voor de ontwerper



Figuur 3/8.9.13-21: De autorouter in actie: we beginnen met het autorouten van de eenvoudigste verbindingen.

U selecteert met de muis een lijn uit het ratsnest (deze wordt paars) en klikt op de linker muisknop. Sprint Layout zet deze lijn om in een koperspoor. Zo kunt u lijn na lijn uit het ratsnest razendsnel omzetten in koperpatroon.
Die eenvoud is echter verraderlijk. Als u zonder nadenken lijn na lijn aanklikt dan loopt u zonder enige twijfel, zelfs bij dit zeer eenvoudig ontwerp, volledig vast. Het omzetten van het ratsnest in een koperpatroon vereist ervaring en beleid.
Start met de meest eenvoudige lijnen uit het ratsnest. In dit voorbeeld kunt u bijvoorbeeld starten met:

- verbinding tussen de +12 V en de lamp;
- collector van T4 naar lamp;
- R7 naar basis T4;
- gemeenschappelijke verbindingen van R1 t/m R5;
- C2 naar R2;
- C2 naar basis T1;
- R3 naar basis T2;
- R5 naar collector T2;
- R1 naar collector T1;
- emitters van T1 en T2;
- etc.

Als deze korte verbindingen zijn omgezet kunt u verder gaan met de complexere verbindingen. Als Sprint Layout een lijn uit het ratsnest naar een printspoor heeft omgezet op een manier die u niet bevalt is er niets aan de hand. U klikt opnieuw op de verbinding en het koperspoor wordt weer omgezet naar een lijn van het ratsnest. Vervolgens probeert u een andere volgorde met misschien een beter resultaat. Op deze manier moet u

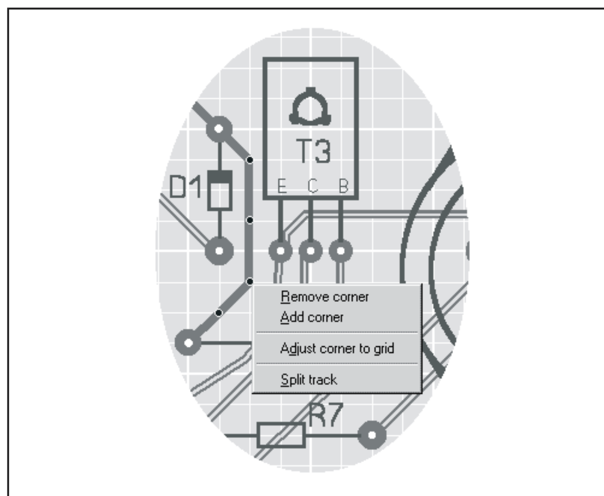
in staat zijn zeker 90 % van de lijnen van het ratsnest op een bevredigende manier om te zetten in een koperspoor.
De kopersporen die door de autorouter worden gemaakt worden voorgesteld door een driekleurige lijn: donkergroen, lichtgroen, donkergroen, zie figuur 3/8.9.13-21. De printsporen die u zélf met het gereedschap “Track” aanbrengt zijn volledig donkergroen.

Stap 10:
het handwerk met “Track”
Na enige tijd zult u merken dat de autorouter er niet meer uitkomt. Het display gaat tweekleurig knipperen en de autorouter zegt “Not found”. Dergelijke verbindingen moet u met de hand aanleggen, uiteraard met het gereedschap “Track”. Soms zal het noodzakelijk blijken bepaalde sporen die de autorouter heeft aangebracht te verwijderen en met de hand een ander patroon te leggen.

Stap 11:
de print optimaliseren
Ieder spoor dat u of de autorouter aanlegt bestaat uit lijnstukken die door hoekpunten met elkaar zijn verbonden. In de laatste fase van het proces kunt u de ligging van sporen optimaliseren door hoekpunten te verwijderen, te verplaatsen of zelfs extra hoekpunten aan te brengen. Ga naar het gereedschap “Edit” en klik een printspoor aan. Dit wordt paars weergegeven en u ziet alle hoekpunten als blauwe bolletjes, zie figuur 3/8.9.13-22. Klik met de rechter muisknop op zo’n hoekpunt en u ziet een pop-up venstertje verschijnen met de opties:

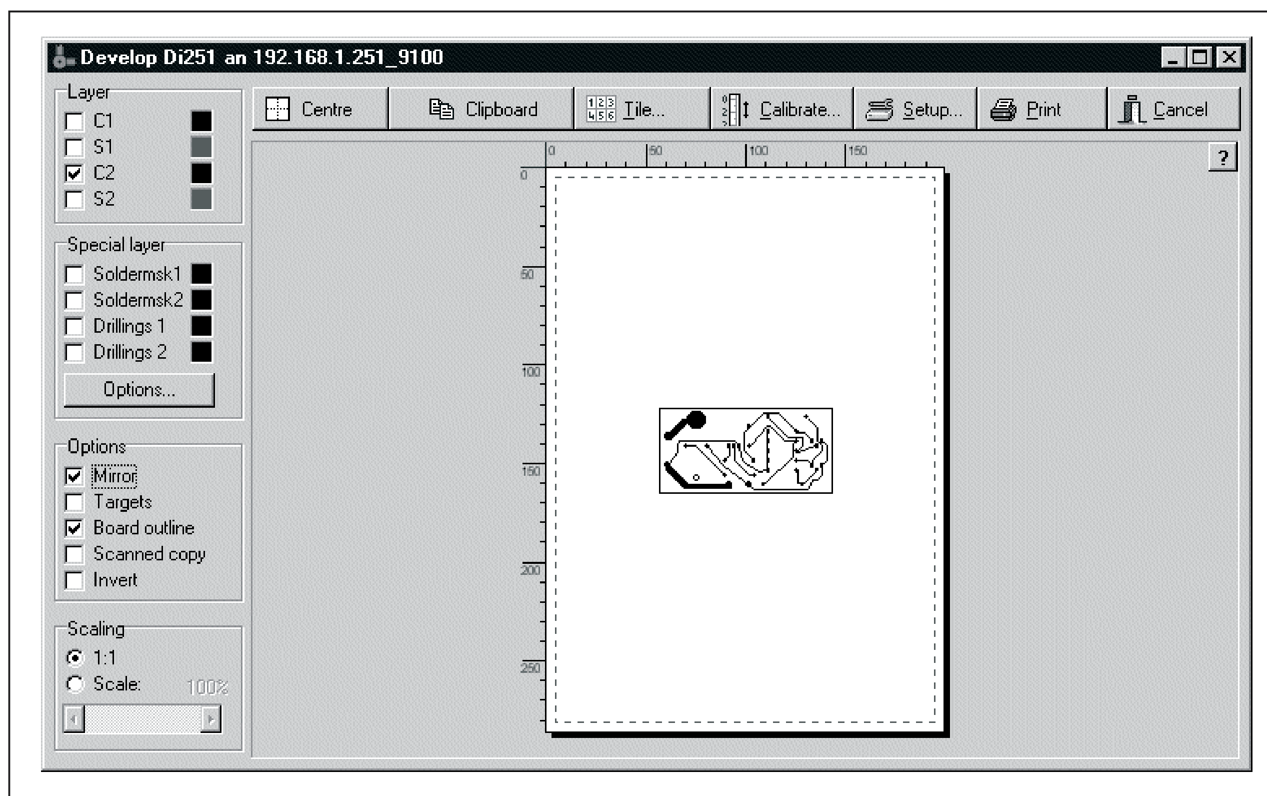
– Remove corner:
  Hiermee verwijdert u het hoekpunt.
– Add corner:
  U brengt een extra hoekpunt aan, zodat u nadien het verloop van het printspoor kunt optimaliseren.
– Adjust corner to grid:
  Het hoekpunt wordt naar het dichtst bijzijnd rasterpunt verplaatst.
– Split track:
  Het printspoor wordt op de plaats van het aangeklikte hoekpunt “doorgesneden” zodat twee afzonderlijke sporen ontstaan die u kunt manipuleren.

Verplaatsen doet u uiteraard door een hoekpunt aan te klikken en dit met de muis te verplaatsen.



Figuur 3/8.9.13-22: U kunt vervolgens de printsporen die de autorouter heeft aangebracht optimaliseren door hoekpunten aan te klikken en deze te verwijderen of te verplaatsen.

Stap 12:
het gereedschap “Photoview” toepassen als laatste controle
Als laatste stap kunt u het gereedschap “Photoview” inschakelen. De print wordt nu in een fotorealistische weergave op uw scherm getoond, dus alsof de print reeds gemaakt en bestukt is, zie figuur 3/8.9.13-23.



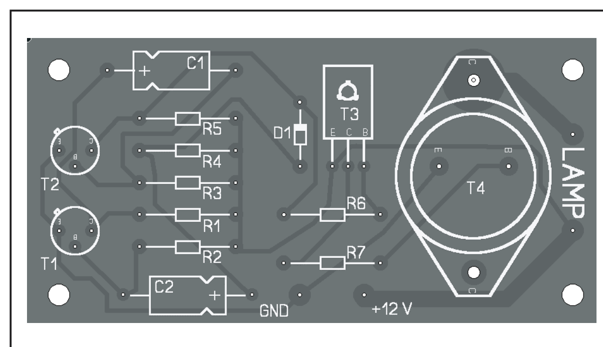
Figuur 3/8.9.13-24: In dit zeer uitgebreide werkvenster kunt u de afdruk van uw print tot in de details instellen.

Door het aanvinken van de optie “X-Ray” lijkt het alsof de print op een lichtbak ligt. U ziet het koperpatroon doorschemeren en alle te boren gaatjes zijn wit. Op deze manier kunt u uw ontwerp nog eens bestuderen en foutjes opsporen.

Stap 13: uw printontwerp afdrukken

Als laatste stap kunt u uw printontwerp afdrukken. Ga naar het “File”-menu en klik de optie “Print”aan. U wordt geconfronteerd met een uitgebreid werkscherm, zie figuur 3/8.9.13-24, waarmee u uw ontwerp op alle gewenste manieren naar uw printer kunt sturen.

– Het vakje “Layer”:
  Hierin stelt u in welke van de vier lagen u wilt afdrukken, dat kan ook een combinatie van diverse lagen zijn.



Figuur 3/8.9.13-23: Het gereedschap “Photoview” geeft een realistische voorstelling van uw compleet gemonteerde print.

– Het vakje “Special layer”:
  U kunt Sprint Layout een soldeermasker laten genereren voor beide zijden van de print. Met de knop “Options” kunt u de afstand tussen soldeer-

eilandjes en het soldeermasker instellen.
- Het vakje “Options”:
  Een paar extra printfuncties, zoals de mogelijkheid om de afdruk te spiegelen, de randen van de print weer te geven en de afdruk te inverteren.
- Het vakje “Scaling”:
  De standaard instelling is dat uw printer uw ontwerp op schaal 1/1 afdrukt. In dit vakje kunt u eventueel een vergrotings- of verkleiningsfactor instellen.

Boven in het venster staat nog een aantal nuttige knoppen:

- Centre:
  Uw printontwerp wordt gecentreerd op de pagina.
- Clipboard:
  Uw printontwerp wordt naar het Clipboard van Windows gekopieerd, zodat u het in andere programma’s kunt inlezen.
- Tile:
  Hiermee kunt u meerdere kopieën van uw print op één pagina afdrukken. Interessant als u een kleine serieproductie moet opzetten, dan kunt u bijvoorbeeld tien printontwerpen op één grote fotogevoelige printplaat maken.
- Calibrate:
  Niet alle printers werken met een absolute 1/1-schaal. Het kan gebeuren dat een print die u exact 100 mm breed heeft ontworpen met een breedte van 102 mm uit uw printer rolt. Met deze optie kunt u die fout compenseren door een schaalfactor in te voeren.
- Setup:
  Als u op deze knop klikt verschijnt het standaard Windows-venster waarin u een printer kunt selecteren.
- Print:
  Uw print word afgedrukt.
- Cancel:
  U verlaat het afdruk werkvenster.

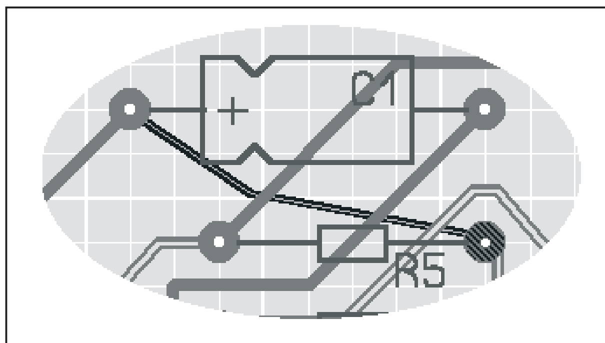
Dubbelzijdig werken

Gewone procedure volgen

Bij het ontwerpen van dubbelzijdige printen volgt u de beschreven procedure. U maakt de laag S1 actief en plaatst alle componenten, pad’s en teksten. Ook het aanbrengen van het ratsnest gaat op de beschreven manier. Alleen bij het inschakelen van het gereedschap “Autoroute” wordt het interessant. U begint te autorouten met de koperlaag C2 actief. Als de autorouter een verbinding niet kan leggen, schakelt u om naar C1 en klikt weer op de lijn van het ratsnest. De autorouter legt nu een koperspoor op de bovenzijde van de print, hetgeen u onmiddellijk merkt aan de blauwe kleur van het spoor. Op deze manier kunt u uw print autorouten en eventueel de laatste sporen met de hand aanbrengen.

Via’s aanbrengen

Helaas is Sprint Layout niet zo intelligent om zélf via’s oftewel doorgecontacteerde gaatjes aan te brengen. Dat moet u nadien met de hand doen. In figuur 3/8.9.13-25 hebben wij een voorbeeldje gegeven. De verbinding tussen de pluspool van de elco C1 en de rechter aansluiting van de weerstand R5 is op de componentenzijde van de print aangebracht. U moet nu met de hand de twee betreffende soldeereilandjes omzetten in via’s. Selecteer het “Pad”-gereedschap en maak het pad “Through”. Plaats nu twee van dergelijke pad’s over de soldeereilandjes van de elco en de weerstand.

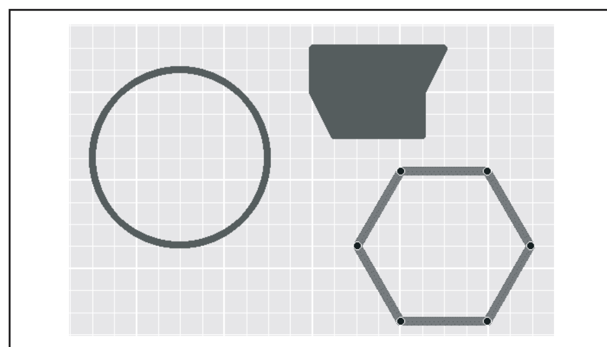


Figuur 3/8.9.13-25: De verbinding tussen C1 en R5 is op de componentenzijde van de print gelegd. U moet nu met de hand de twee soldeereilandjes vervangen door via's.

Overige functies

Inleiding
Aan de hand van het eenvoudige voorbeeld hebben wij u een goed inzicht gegeven in de manier waarop u met Sprint Layout versie 4.0 kunt werken. Maar natuurlijk doen wij het programma hiermee groot onrecht aan, want onder de opties van de menu's zitten nog een heleboel interessante functies verborgen.

Tekenelementen
In de gereedschapsbalk staat een aantal pictogrammen, waarmee u grafische elementen op uw print kunt tekenen:
– Circle;
– Zone;
– Polygon.
Met "Circle" tekent u uiteraard cirkels, met "Zone" gevulde willekeurige veelhoeken en met "Polygon" open regelmatige veelhoeken, zie figuur 3/8.9.13-26. Deze laatste functie is met name handig als u bijvoorbeeld een eigen macro gaat ontwikkelen voor een draaischakelaar in printuitvoering. U tekent eerst een regelmatige twaalfhoek met de juiste diameter. Nadien kunt u met het gereedschap "Pad" de soldeereilandjes voor de printpennen van de schakelaar exact op de hoekpunten van de veelhoek zetten. Nadien verwijdert u de veelhoek. De lijndikte van de cirkels en veelhoeken stelt u op dezelfde manier in als u bij het "Track"-gereedschap doet.

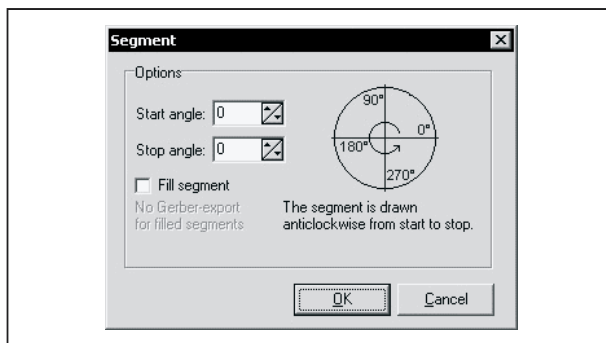


Figuur 3/8.9.13-26: De resultaten van de gereedschappen "Circle", "Zone" en "Polygon".

Cirkelsegmenten
Bij het ontwerpen van de outline van macro's zult u vaak cirkelsegmenten nodig hebben. Iedere cirkel is gemakkelijk om te zetten naar een segment. Teken eerst een cirkel met de juiste lijndikte en diameter. Klik nadien met de rechter muisknop op de cirkel en kies "Segment" uit het pop-up menu. In het venster van figuur 3/8.9.13-27 kunt u nu de begin- en eindhoek van het cirkelsegment definiëren. Met het aanklikvakje "Fill segment" kunt u het cirkelsegment vullen.

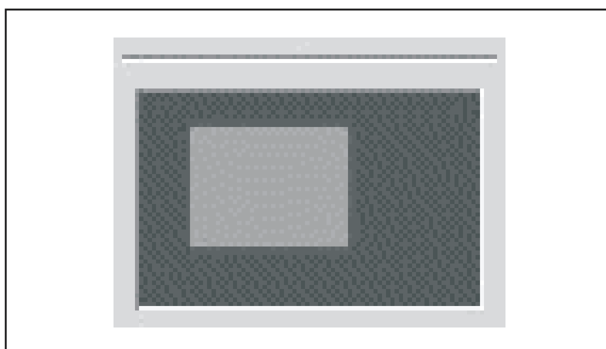
Het gereedschap "Zoom"
In de gereedschapsbalk treft u het bekende vergrootglas aan. Activeert u dit gereedschap, dan verandert de cursor in een vergrootglas en kunt u door op de linker of rechter muisknop te drukken in- en uitzoomen op uw ontwerp.

8.9 Software voor de ontwerper



Figuur 3/8.9.13-27: Het venstertje waarmee u cirkelsegmenten kunt tekenen.

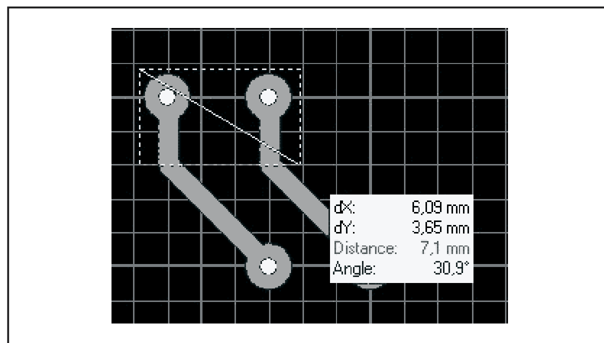
Handig is dat u helemaal onder in de gereedschapslijst ziet welk deel van de print u in beeld heeft, zie figuur 3/8.9.13-28. De volledige print wordt donkergroen voorgesteld, het deel in beeld lichtgroen. U kunt met de muis het lichtgroene deel over de totale print verplaatsen.



Figuur 3/8.9.13-28: In dit schermpje ziet u de totale print (donkergroen) en het gezoomde deel van de print (lichtgroen).

Het gereedschap "Measure"

Met dit gereedschap kunt u nauwkeurig afstanden en hoeken op uw printontwerp meten. Met ingedrukte linker muisknop trekt u een rechthoek, de software bepaalt de breedte en de lengte van deze rechthoek, de lengte van de diagonaal en de hoek tussen de diagonaal en de horizon, zie figuur 3/8.9.13-29.



Figuur 3/8.9.13-29: Met het gereedschap "Measure" meet u heel nauwkeurig absolute afstanden en hoeken op uw printontwerp.

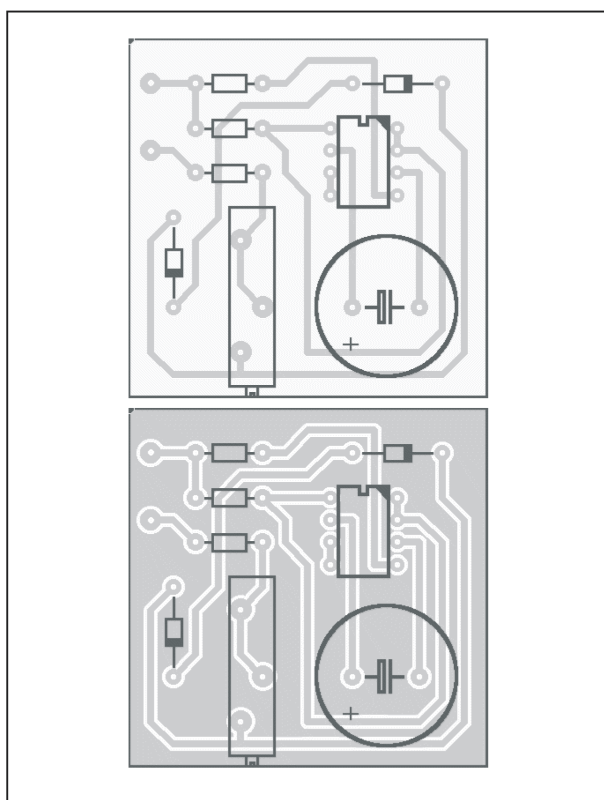
Het gereedschap "Test"

Met "Test" krijgt u onmiddellijk een overzicht van alle pad's die met elkaar zijn verbonden. Na activeren van dit gereedschap verandert de muiscursor in een "signaal-injector". Zet de punt van deze injector bijvoorbeeld op de massalijn en klik met de linker muisknop. Alle pad's en track's die met de massa zijn verbonden worden nu paars weergegeven. Op deze manier kunt u uw ontwerp nog eens extra controleren op ongewenste verbindingen.

De functie "Ground-Plane"

Deze functie zit niet in de gereedschapsbalk maar treft u onder in het werkvenster aan. Als u deze functie activeert zal Sprint Layout de koperzijde van uw print volledig "verkoperen", met een instelbare ruimte tussen dit kopervlak en de aanwezige pad's en track's. In figuur 3/8.9.13-30 is een heel eenvoudig voorbeeldje gegeven. In de bovenste figuur is een kleine print normaal ontworpen. In de onderste figuur werd de functie "Ground-Plane" ingeschakeld. Commentaar overbodig! Let u er wél op dat Sprint Layout de "Ground-Plane" niet automatisch met de massa verbindt. Dat

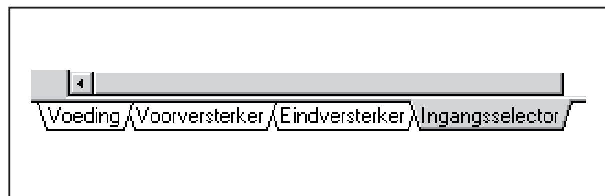
moet u zélf doen. Naast het pictogram van deze functie ziet u een grijs gearceerd rechthoekje staan. Hiermee kunt u de functie “Restricted Areas” activeren. U creëert hiermee veelhoeken die u uitsluit van het ground-plane. Oftewel, de veelhoeken die u met deze functie tekent worden niet met koper gevuld.



Figuur 3/8.9.13-30: Een mooie illustratie van de functie “Ground-Plane”.

Meer dan één print in uw project

We hebben het al terloops aangehaald, maar Sprint Layout versie 4.0 bewaart geen printen, maar projecten. Ieder project kan uit meerdere printen bestaan. Ga naar het menu “Board” en klik op “Add new board”. U krijgt nu weer het venster van figuur 3/8.9.13-14 in beeld en u kunt de afmetingen en de naam van de nieuwe printplaat invoeren. De diverse printen uit één project krijgen allemaal een eigen tabblad, zie figuur 3/8.9.13-31.



Figuur 3/8.9.13-31: Een versterker project zou bijvoorbeeld uit vier printen kunnen bestaan.

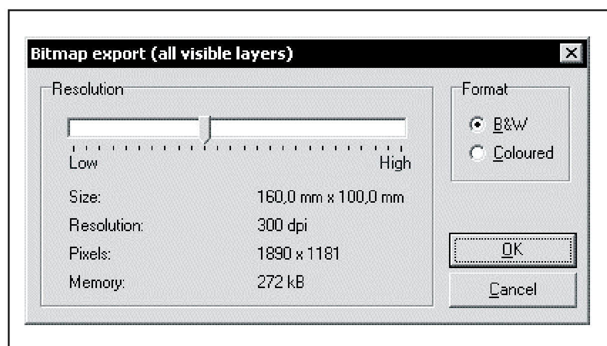
Via het menu “Board” kunt u:
- Add new board:
  Een nieuwe print aan het project toevoegen.
- Board properties:
  De afmetingen en de naam van de print wijzigen.
- Delete board:
  De betreffende print uit het project verwijderen.
- Set board to left or to right:
  De volgorde van de printplaten in het project veranderen.
- Import board from file:
  Een op uw harde schijf aanwezig project (.LAY-bestand) in uw actueel project integreren. Met deze functie kunt u bijvoorbeeld een standaard ontwerp van een voedingsprint in een nieuw project opnemen.

De functie “AutoSave”

Met deze functie, te vinden in het menu “File”, zorg u ervoor dat Sprint Layout om de zoveel minuten uw project automatisch opslaat op uw harde schijf. De back-up wordt bewaard met de extensie .BAK en dat betekent dat uw ontwerp, bewaard als .LAY, niet wordt aangetast. Vergeet dus toch niet regelmatig uw project te saven.

Uw printontwerp exporteren

In het "File"-menu treft u de optie "Export" aan. Hiermee kunt u uw printontwerp exporteren als GIF-, BMP- of EMF-bestand. Op deze manier kunt u het ontwerp als grafisch bestand invoegen in bijvoorbeeld een tekst in Word. Bij de export naar GIF en BMP kunt u de resolutie instellen, zie figuur 3/8.9.13-32. Hoe hoger de resolutie, hoe mooier het resultaat, maar hoe groter het bestand. EMF is een zogenaamd vectorformaat. Dit geeft de beste resultaten,



Figuur 3/8.9.13-32: In dit venster stelt u de resolutie van het grafisch export-bestand in.

Project info

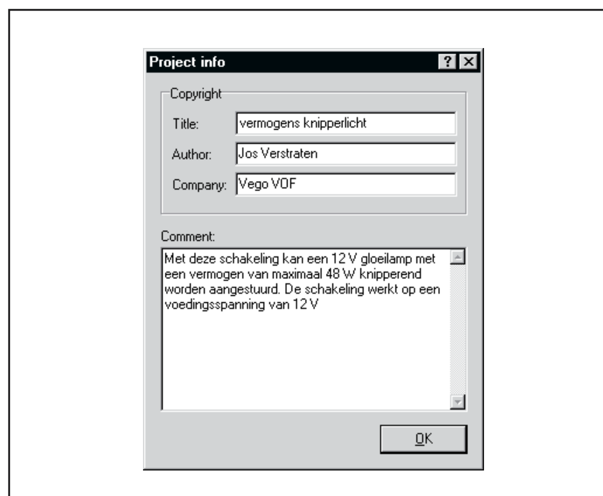
In de toolbar ziet u, helemaal rechts, een informatie-pictogram. Klikt u hierop, dan verschijnt het venster van figuur 3/8.9.13-33 in beeld, waarin u uw project kunt documenteren. Deze gegevens worden uiteraard samen met het project opgeslagen in het .LAY-bestand.

Define colors

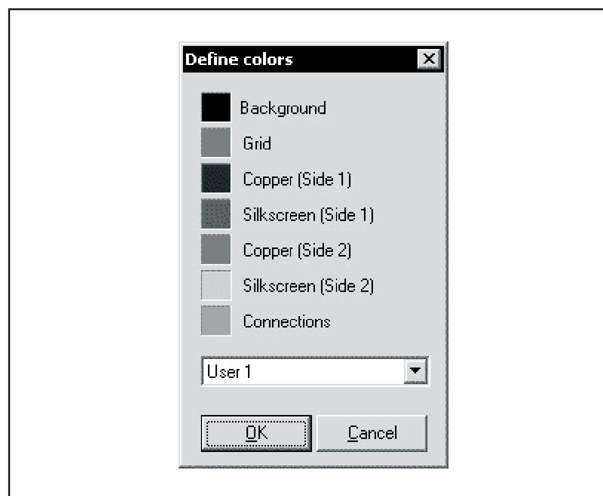
Deze functie treft u aan in het "Options"-menu. In het venster van figuur 3/8.9.13-34 kunt u de kleuren van:

– achtergrond;
– raster;
– koperzijde 1;
– componenten zijde 1;
– koperzijde 2;
– componentenzijde 2;
– verbindingen;

aan uw eigen wensen aanpassen. U kunt uw aangepast kleurenschema opslagen als User 1, User 2 of User 3.



Figuur 3/8.9.13-33: In dit venster kunt u uw project documenteren.

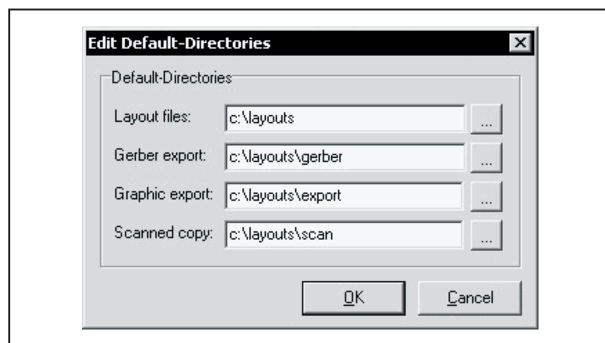


Figuur 3/8.9.13-34: In dit venster past u het kleurenschema aan uw eigen wensen aan.

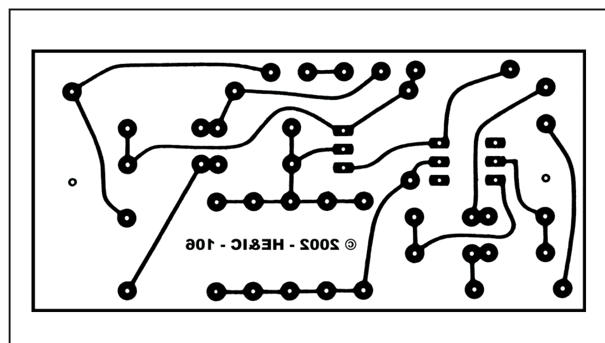
Directories

Deze optie staat in het "File"-menu en geeft de mogelijkheid specifieke directories in te stellen, waarin Sprint Layout :

– ontwerpen;
– Gerber export bestanden;
– bimap export bestanden;
– gescande kopieën;
bewaart, zie figuur 3/8.9.13-35.



Figuur 3/8.9.13-35: Het venster van de optie "Directories".



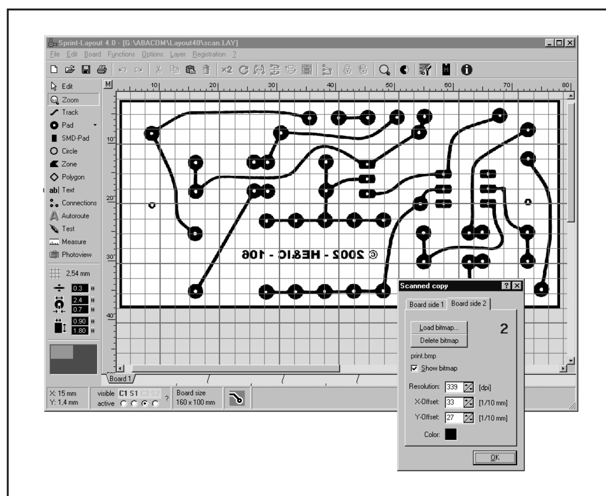
Figuur 3/8.9.13-36: Aan de hand van deze print, gescand uit een tijdschrift, gaan we de functie "scanning layouts" uitwerken.

Scanning layouts

Inleiding
Dit is een heel handige optie van Sprint Layout. Misschien heeft u een heel archief vol zitten met nog met de hand geplakte printontwerpen of printontwerpen die in elektronica tijdschriften zijn afgedrukt. Met deze optie kunt u deze oude en/of papieren ontwerpen snel omzetten in een Sprint Layout ontwerp.

Stap 1:
scannen van de oude print
U scant de oude print en zet deze om in een BMP-bestand, zie figuur 3/8.9.13-36. Als resolutie kiest u 300 tot 600 dpi, de scan moet absoluut monochroom zijn.
Zorgt u er wél voor dat de scan absoluut recht is, anders in het project hopeloos. Gebruik eventueel een grafisch programma om de scan te roteren tot alle rechte lijnen echt horizontaal en verticaal lopen.

Stap 2:
de scan in een nieuw ontwerp van Sprint Layout inlezen
Open een nieuw project en zorg er voor dat het raster, ingesteld op 2,54 mm, zichtbaar is. Open nu in het "Options"-menu de functie "Scanned copy". In het venster dat nu verschijnt, zie figuur 3/8.9.13-37, opent u het tabblad "Board side 2" en klikt u op de knop "Load bitmap". Laadt vervolgens het BMP-bestand van uw gescande print. U ziet nu de print in het werkvenster van Sprint Layout verschijnen, zie figuur 3/8.9.13-37. In het venster ziet u drie schalen:
– Resolution;
– X-offset;
– Y-offset.
U moet nu deze drie schalen zo instellen dat het gescande ontwerp zoveel als mogelijk is samenvalt met het raster op uw print en bovendien op ware grootte wordt weergegeven.
U kunt het best inzoemen op een DIL-IC en de schalen aanpassen tot de pad's van dit IC precies samenvallen met de rasterpunten op het scherm. Een hele klus, maar na enig experimenteren krijgt u er vanzelf handigheid in.

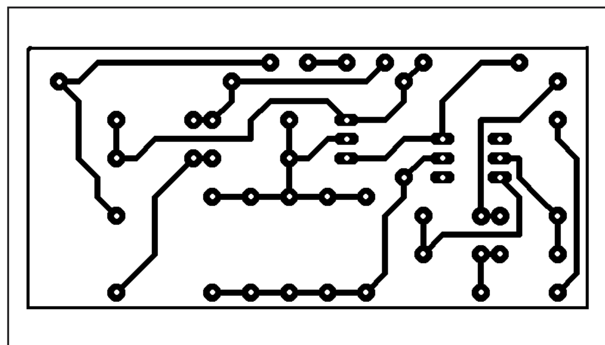


Figuur 3/8.9.13-37: De gescande print is ingelezen in Sprint Layout, de drie schalen zijn zo ingesteld dat het DIL-IC samenvalt met het printraster.

Stap 3:
de print ontwerpen
Met de scan als basis zal het u niet veel moeite kosten om de print opnieuw te ontwerpen. U brengt eerst de pad's aan, waarbij de reeds besproken <Ctrl>-functie om het magnetisch raster te verlaten goed van pas komt. Door het ingedrukt houden van deze toets kunt u immers de pad's precies over de pad's van de scan plaatsen. Nadien legt u de track's. Uw vernieuwd printontwerp is binnen vijf minuten klaar, zie figuur 3/8.9.13-38.

Zélf macro's maken

Tekenen en saven
Hoewel de onderdelenbibliotheken zeer uitgebreid zijn, zijn er tóch onderdelen die ontbreken. Geen paniek, met Sprint Layout ontwerp u net zo snel een nieuw onderdeel als een print. Als voorbeeld gaan we een macro maken voor de bekende printuitvoering van de draaischakelaars van Lorlin en wel het model 3 x 4 standen.

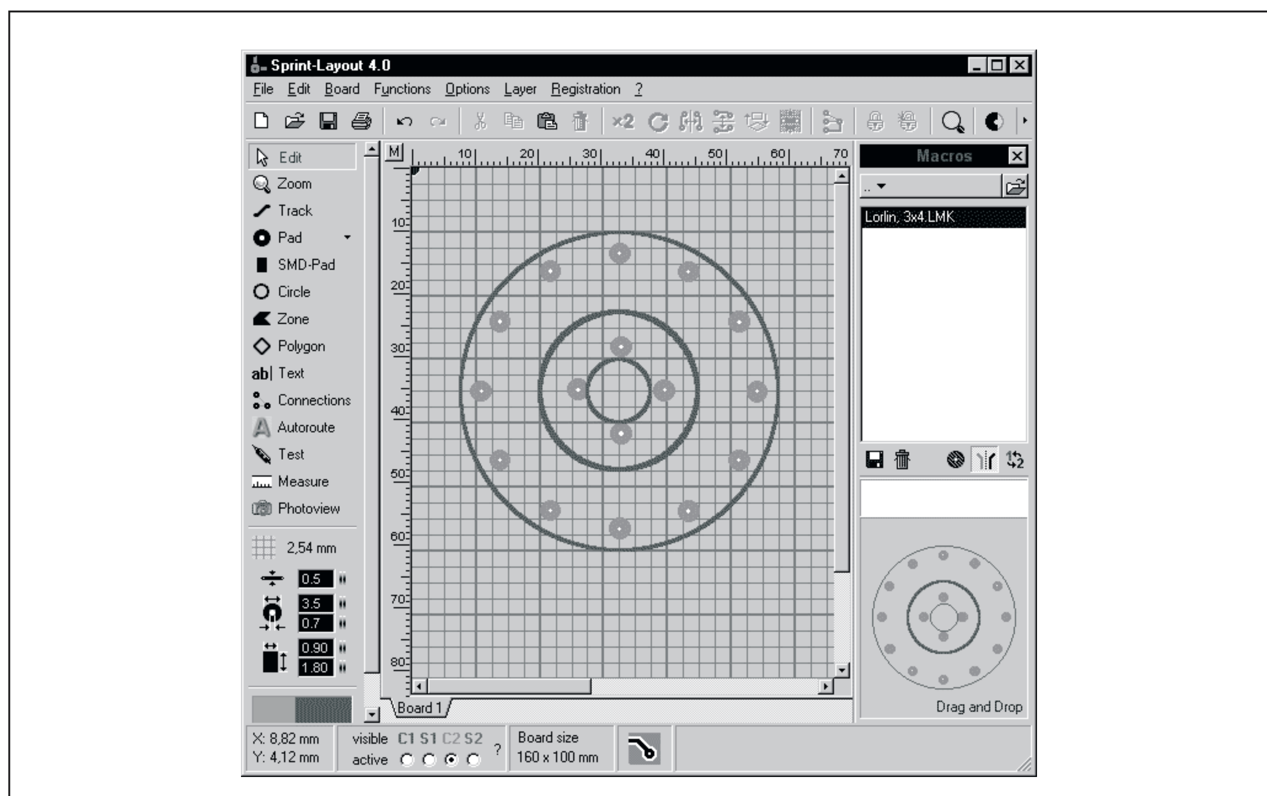


Figuur 3/8.9.13-38: Met Sprint Layout hertekent u de print in vijf minuten.

Stap 1:
nieuwe directory maken
Maak in de directory LAYOUT40/ MAKROS een nieuwe directory aan voor de schakelaars, bijvoorbeeld SWITCH. Dit doet u buiten het programma met de Explorer van Windows.

Stap 2:
de schakelaar tekenen
U start met een leeg vel en zet eerst de pad's van het nieuw onderdeel op laag C2. Nadien tekent u de contouren (de outline) van het onderdeel op laag S1. In het geval van een draaischakelaar tekent u eerst met het gereedschap "Polygon" een twaalfhoek met een straal 22 mm. Zet twaalf pad's op de twaalf hoeken van deze veelhoek. Teken een tweede gecentreerde veelhoek, nu met vier hoeken en met een diameter van 8 mm. Zet op de vier hoeken pad's. Verwijder de twee veelhoeken, die heeft u immers niet meer nodig. Maak de laag S1 actief en teken drie cirkels, waarmee u de vorm van de schakelaar symboliseert. Trek nu met de muis een kader rond alle elementen, zodat deze allemaal geselecteerd worden (de kleur wordt paars).

8.9 Software voor de ontwerper



Figuur 3/8.9.13-39: Op deze manier maakt u een macro voor een 3 x 4 standen draaischakelaar van Lorlin, printuitvoering.

Klik met de rechter muisknop op een element en klik de optie “Build group” aan. Alle elementen van de schakelaar worden nu tot één groep verenigd.

Stap 3:
uw macro saven

Maak de macro’s actief door in het menu “Options” “Show macro library” aan te klikken. Selecteer in het macro-venster uw bibliotheek “Switches”. Maak de net ontworpen schakelaar actief door er met de linker muisknop op te klikken en klik vervolgens op het floppy pictogram in het macro-venster. Bewaar de macro van de schakelaar onder een duidelijke naam, bijvoorbeeld “Lorlin, 3x4", in de bibliotheek ”Switches". U ziet nu de naam van uw macro in het lijstje verschijnen, zie figuur 3/8.9.13-39. U kunt nu de schakelaar naar uw printontwerp slepen, net zoals ieder ander onderdeel.

Naar de fabriek

Inleiding

Als u voor eigen gebruik een printje ontwerpt zult u de print layout met uw inkjetprinter op transparante folie afdrukken en daarmee een stuk fotogevoelige printplaat belichten. Anders wordt het als u een printontwerp op grote schaal moet maken. Dan schakelt u een printfabrikant in. Deze moet natuurlijk de gegevens van uw print ontvangen. Hiervoor bestaan twee universele formaten:

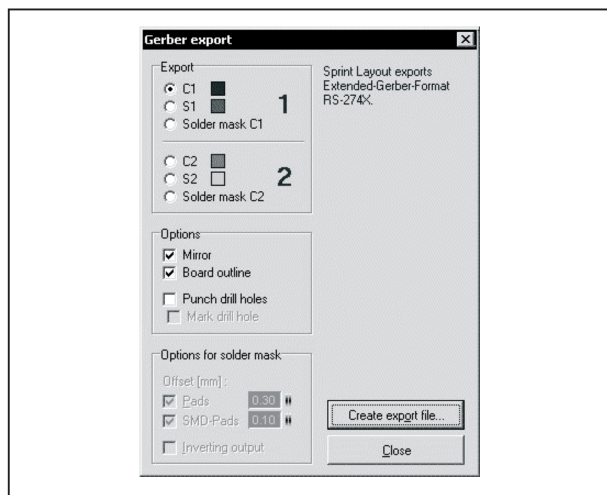
– Gerber:
  Dit formaat beschrijft alle gegevens van één laag van uw print.

– Excellon:
  In een Excellon-bestand worden alle gegevens van de gaatjes die in uw print moeten worden geboord op een internationaal gestandaardiseerde manier opgeslagen.

Sprint Layout versie 4.0 is in staat uw print om te zetten naar deze twee bestanden.

Export naar Gerber

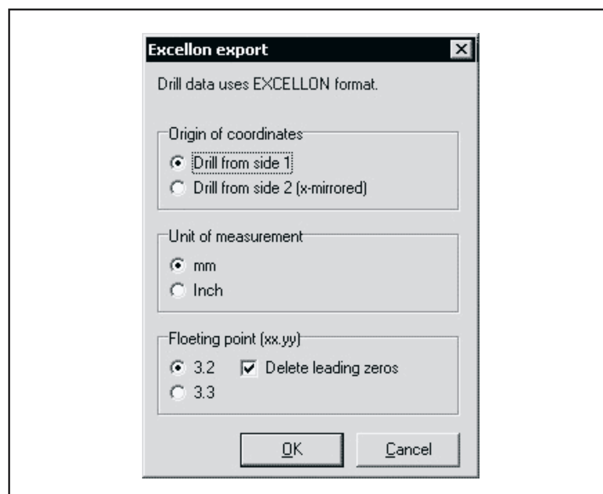
Ga naar het “File”-menu en klik de optie “Export” aan. Klik vervolgens op “Gerber export”. In het venster van figuur 3/8.9.13-40 selecteert u de laag die u naar Gerber wilt omzetten. Opgelet! U kunt maar één laag selecteren. Klik op “Create export file”. Even later staat de laag op uw harde schijf. Herhaal de procedure met alle lagen die u naar uw printfabrikant moet sturen.



Figuur 3/8.9.13-40: Het export-venster naar Gerber.

Export naar Excellon

Op dezelfde manier exporteert u uw print naar een Excellon-bestand, zie figuur 3/8.9.13-41. De opties die u in dit venster invult, moet u eerst even kortsluiten met uw fabrikant. Met name de vraag of de “unit of measurement” mm of inch moet zijn is hierbij van belang.



Figuur 3/8.9.13-41: Het export-venster naar Excellon.

Nadere informatie

De software van Abacom wordt in Nederland en België uit voorraad geleverd door:
Vego VOF
Postbus 320124, 6370 JA Landgraaf
Telefoon: 045-533.22.00
Fax: 045-533.22.02
E-mail: vego_vof@compuserve.com
Internet: www.elektronicasoftware.nl

3/18

Principes van energieregeling en -bezuiniging

Inhoud

3/18.4

Elektriciteit besparen met het PowerSafer-principe

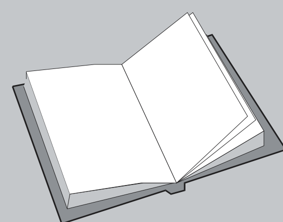
Inleiding

Uw elektrisch vermogen sijpelt weg
In uw moderne van alle luxe voorziene woning sijpelt het elektrisch vermogen langs allerlei “kieren” ongemerkt weg. Uw TV, videorecorder en DVD-speler staan 24 uur per dag op stand-by. Hoewel ieder apparaat op zich in deze stand niet veel energie verbruikt, tellen al die “stand-by’s” tóch flink op. Daarnaast zijn er in uw woning minstens twintig elektrische apparaatjes, die via een netstekker voeding met de netspanning zijn verbonden. Ook die transformator verbruiken 24 uur per dag stroom, of het apparaat nu wel of niet is ingeschakeld. Uw elektrische close-in boiler, die uw keukenaanrecht 24 uur per dag kan voorzien van warm water, terwijl u dat hoogstens twee á drie keer per dag nodig heeft, verbruikt ook veel overbodige energie. En wat te denken van uw fax en/of kopieermachine, die ook 24 uur per dag aan staan, maar hooguit een paar uur per dag écht worden gebruikt?
Kortom, de term “wegsijpelen” is in de inleiding niet ten onrechte gebruikt!

Elektrische energie wordt flink duurder
U heeft het ongetwijfeld ook in de kranten gelezen, in 2005 gaat u € 150,00 tot € 200,00 meer uitgeven aan uw stroomverbruik dan in 2004. Gevolg van de onderlinge koppeling van de energieprijzen, als de aardolie duurder wordt dan wordt ook het aardgas duurder en ook de elektriciteit. Bovendien is de kans groot dat de door de regering zo aangeprezen liberalisering van de energiemarkt op termijn niet tot de beoogde goedkopere tarieven voert, maar tot hogere tarieven.
Kortom, het wordt de hoogste tijd dat u tot het uiterste gaat besparen op uw energiekosten, zonder echter uw comfort op te geven.

D-i-K PowerSafer
Het Duitse bedrijf D-i-K PowerSafer heeft een aantal innovatieve apparaatjes ontwikkeld die al die lekken, waarlangs uw kostbare elektriciteit weglekt, kunnen dichten. Volgens de fabrikant kunt

LEES OOK:
Geen verwijzingen



u tot € 200,00 per jaar besparen als u uw elektrische verbruikers uitrust met de PowerSafers.

Algemeen principe
Het algemeen principe van de meeste PowerSafer apparaatjes is in feite heel simpel. De apparaten meten het stroomverbruik van een verbruiker. Ligt dit stroomverbruik onder een bepaalde drempel, dan besluit de PowerSafer dat het apparaat in de stand-by modus staat en schakelt het apparaat volledig uit. Om de zoveel seconden schakelt de PowerSafer het apparaat even in. Is het stroomverbruik nog steeds onder de drempel, dan staat het apparaat nog steeds in de stand-by modus. Is het stroomverbruik opeens veel hoger, dan heeft u tussen de twee metingen het apparaat ingeschakeld en weet de PowerSafer dat hij het apparaat met het net moet verbonden.
Andere PowerSafers reageren op de IR-codes van uw afstandsbedieningen

EcoDapt spaarfitting

Hetzelfde licht voor minder vermogen
Gloeilampen worden nog in ieder huis gebruikt, omdat zij "mooier" licht geven dan spaarlampen en bovendien onmiddellijk op volle sterkte branden. In de meeste armaturen wordt gebruik gemaakt van grote fittingen, die door het leven gaan onder de code E27. Voor dit soort fittingen heeft PowerSafer een spaarfitting ontwikkeld, die volgens de fabrikant tot 25 % energie bespaart zonder dat u er iets van merkt. Deze spaarfitting, zie figuur 3/18.4-1, draait u in de bestaande fitting en de gloeilamp in de spaarfitting, dat is alles.



Figuur 3/18.4-1: De EcoDapt spaarfitting van PowerSafer.

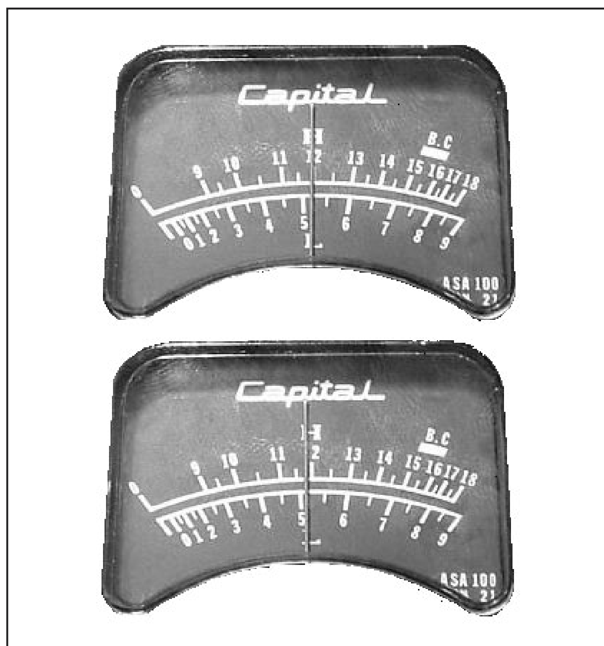
Testen
Fabrikanten kunnen veel beweren, maar meten is weten. Het Vego-lab heeft de EcoDapt uitgebreid getest en uit die tests blijkt dat de specificaties van de fabrikant vrij aardig kloppen. Wij hebben, zie figuur 3/18.4-2, een 60 W gloeilamp aangesloten op de WSN9000 "1000 VA Wechselspannungs Netzteil" van ELV. De lamp verbruikte, bij een voedingsspanning van 229 V, een vermogen van 62 W. Nadien hebben wij de EcoDapt spaarfitting tussengeschakeld en toen bleek het vermogensverbruik gedaald tot 51 W. Een besparing van 11 W oftewel 19,35 %!



Figuur 3/18.4-2: De EcoDapt spaarfitting op de pijnbank in het lab.

18.4 Elektriciteit besparen met het PowerSafer-principe

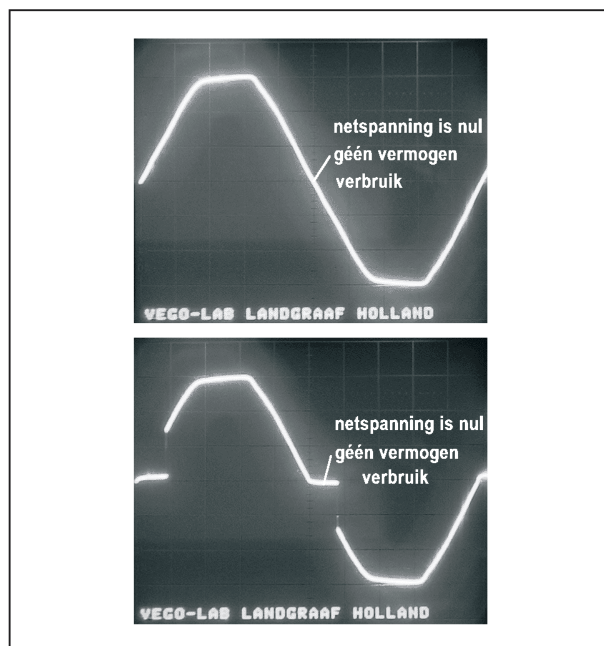
Dat is mooi, maar zegt op zich nog steeds niets. Ieder lichtdimmer kan immers hetzelfde verhaal vertellen. Belangrijk is hoeveel licht er uit een EcoDapt-gestuurde gloeilamp komt. Dat hebben wij ook getest, zie figuur 3/18.4-3, aan de hand van een Lux-meter van Capital. De bovenste foto geeft de meetresultaten zonder EcoDapt, de onderste foto mét. De naald van de meter staat vrijwel op dezelfde plaats.



Figuur 3/18.4-3: Resultaat van de lichtmeting mét en zonder EcoDapt fitting.

De werking

De netspanning die uw gloeilampen voedt is een wisselspanning, die 100 keer per seconde even gelijk wordt aan 0 V. De lamp verbruikt dan geen vermogen, zie bovenste foto in figuur 3/18.4-4. De EcoDapt spaarfitting maakt de tijd dat de netspanning nul is en de lamp dus geen vermogen verbruikt iets langer, zie onderste foto. U merkt er niets van, maar de lamp wordt bovendien minder warm en gaat daardoor veel langer mee. Dit principe is uiteraard niet uniek, want iedere lampdimmer werkt op deze manier. Het unieke is dat de ontwerpers van de EcoDapt spaarfitting de elektronica zo geminiaturiseerd hebben dat de schakeling in een lampfitting past.



Figuur 3/18.4-4: De werking van de EcoDapt spaarfitting berust op het dimmerprincipe.

Prijs

De EcoDapt spaarfitting kost € 4,19 ex. 19 % BTW.

PowerSafer PS 1.1

De luxe van uw luie TV-stoel zonder stand-by verbruik

Als u uw TV met de afstandsbediening op stand-by zet, verbruikt het apparaat nog steeds heel wat vermogen. Schakel de PowerSafer PS 1.1, zie figuur 3/18.4-5, tussen uw TV en het stopcontact en deze geldverspilling is voorbij! De

18.4 Elektriciteit besparen met het PowerSafer-principe

PowerSafer PS 1.1 begrijpt de signalen van uw afstandsbediening en schakelt uw TV helemaal uit als u op de stand-by toets drukt. Weer TV kijken? Als u op een zendertoets drukt weet de PowerSafer PS 1.1 dat u TV wilt kijken en schakelt uw TV weer in.

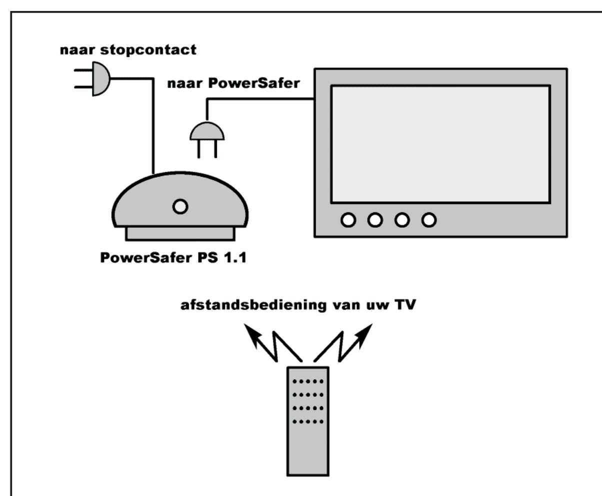


Figuur 3/18.4-5: De PowerSafer PS 1.1 schakelt de stand-by functie van uw TV uit.

Aansluiten kinderlijk eenvoudig

Het aansluiten van de PS 1.1 is toegelicht in figuur 3/18.4-6.

- Zet uw TV uit met de AAN/UIT schakelaar op het apparaat.
- Steek de stekker van uw TV in de contactdoos van de PowerSafer PS 1.1.
- Steek de stekker van de PowerSafer PS 1.1 in het stopcontact.
- De PowerSafer PS 1.1 en uw afstandsbediening moeten elkaar “kunnen zien”.
- Schakel uw TV in met de AAN/UIT schakelaar, het apparaat staan nu op stand-by.
- De groene LED op de PowerSafer PS 1.1 gaat branden.
- Druk nu op een zendertoets op uw afstandsbediening.
- De groene LED op de PowerSafer PS 1.1 gaat uit.
- Bij sommige merken TV’s moet u nu nogmaals op de zendertoets drukken.
- Uw TV gaat aan.
- TV kijken beu? Druk op de UIT toets van uw afstandsbediening.
- De TV gaat naar stand-by, de groene LED op de PowerSafer PS 1.1 gaat branden.
- Even later schakelt de PowerSafer PS 1.1 uw TV volledig uit, de groene LED dooft, uw TV verbruikt géén stroom.



Figuur 3/18.4-6: Het aansluiten van de PowerSafer PS 1.1.

De werking

De PowerSafer PS 1.1 meet het vermogen dat uw TV verbruikt. Als dit opeens kleiner wordt dan 25 W besluit de PowerSafer PS 1.1 dat u op de stand-by knop van uw afstandsbediening heeft gedrukt. De PowerSafer PS 1.1 schakelt uw TV volledig uit. Gaat u weer TV kijken en drukt u op een toets van uw afstandsbediening, dan ontvangt de PowerSafer PS 1.1 de infrarode code die uw afstandsbediening uitzendt en schakelt uw TV in.

18.4 Elektriciteit besparen met het PowerSafer-principe

Belangrijk!
De PowerSafer PS 1.1 werkt niet met oude TV's die een stand-by vermogen van meer dan 25 W verbruiken en met kleine TV's die in de actieve toestand minder dan 25 W verbruiken. Gebruik in deze gevallen de PowerSafer PS 3.X.
De PowerSafer PS 1.1 werkt niet bij TV-merken waarvan de afstandsbediening niet infrarood werkt, maar door middel van radiogolven, zoals Bang & Olufsen.

Technische gegevens
In de tabel van figuur 3/18.4-7 zijn de technische gegevens van de PowerSafer PS 1.1 samengevat.

Afmetingen	15 x 5,0 x 7,5 cm
Aansluitspanning	230 V wisselspanning
Maximaal schakelvermogen	460 W
Gemiddeld stand-by vermogenverbruik standaard TV	15 W
Vermogenverbruik PowerSafer PS 1.1	0,3 W
Gemiddelde stand-by tijd TV	20 uur per dag
Vermindering energieverbruik door PowerSafer PS 1.1	107,31 kWh per jaar
Gehanteerd elektriciteitstarief	€ 0,15 per kWh
Besparing door PowerSafer PS 1.1	€ 16,10 per jaar
Gehanteerde CO_2 uitstoot	0,6 kg/kWh
CO_2 reductie door PowerSafer PS 1.1	64,39 kg per jaar

Figuur 3/18.4-7: De technische gegevens van de PS 1.1.

Prijs
De PowerSafer PS 1.1 kost € 20,97 ex. 19 % BTW.

PowerSafer PS 3.X

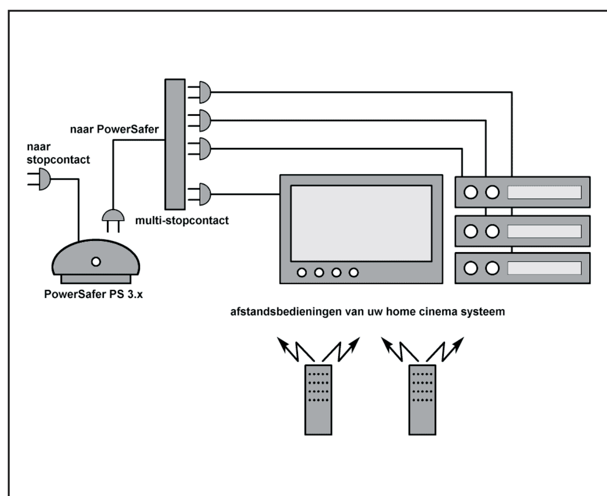
De instelbare PS 1.1
De PS 1.1 is standaard ingesteld op een drempelvermogen van 25 W. Goed voor een standaard TV, maar te weinig als u uw volledig home cinema systeem er op wilt aansluiten. Daarvoor heeft PowerSafer de PS 3.X ontwikkeld, een apparaatje dat volledig identiek werkt als de PS 1.1, maar waar u de schakeldrempel van het vermogen kunt instellen met een potentiometertje. Op deze manier kunt u het apparaat instellen op het gezamenlijk stand-by verbruik van uw volledige installatie. De PS 3.x ziet er, zie figuur 3/18.4-8, vrijwel identiek uit, het enige verschil zijn de stevige stekker en contrastekker en een knopje op de onderzijde.



Figuur 3/18.4-8: De PowerSafer PS 3.X.

Aansluiten en afregelen
Het installeren van de PS 3.X is iets ingewikkelder, zie figuur 3/18.4-9.
- Zet alle apparaten van uw systeem uit met de AAN/UIT schakelaars.
- Steek de stekker van de PowerSafer PS 3.X in het stopcontact.
- Verbind de uitgang van de PowerSafer PS 3.X met een multi stekkerdoos.
- Steek alle netstekkers van uw home cinema systeem in deze stekkerdoos.
- De PowerSafer PS 3.X en uw afstandsbedieningen moeten elkaar "kunnen zien".

– Schakel alle aangesloten apparaten in met de AAN/UIT schakelaars, alle apparaten staan nu op stand-by.
– De groene LED op de PowerSafer PS 3.X gaat branden.
– Schakel één apparaat in met de afstandsbediening.
– Draai nu aan de knop op de bodem van uw PowerSafer PS 3.X tot de groene LED dooft.
– Druk op de UIT knop op uw afstandsbediening.
– Het apparaat gaat uiteraard in de stand-by toestand, de groene LED op de PowerSafer PS 3.X gaat branden.
– Een paar seconden later worden alle apparaten door de PowerSafer PS 3.X uitgeschakeld.
– De groene LED gaat uit.



Figuur 3/18.4-9: Het opnemen van de PS 3.X in uw installatie.

De werking

De PowerSafer PS 3.X meet het vermogen dat uw installatie verbruikt. Met de knop op de bodem van de PowerSafer PS 3.X stelt u het apparaatje in op het totale stand-by vermogen van uw systeem. Als het opgenomen vermogen opeens daalt tot deze waarde besluit de PowerSafer PS 3.X dat u op de stand-by knop van uw afstandsbediening heeft gedrukt. De PowerSafer PS 3.X schakelt uw installatie volledig uit. Gaat u weer naar een film kijken en drukt u op een toets van uw afstandsbediening, dan ontvangt de PowerSafer PS 3.X de infrarode code die uw afstandsbediening uitzendt en schakelt uw home cinema systeem in.

Belangrijk!
De PowerSafer PS 3.X werkt niet bij TV-merken waarvan de afstandsbediening niet infrarood werkt, maar door middel van radiogolven, zoals Bang & Olufsen.
Sommige apparaten met een klok en/of geheugen voor programmering hebben geen accu (oude videorecorders). Deze apparaten zijn niet geschikt voor een systeem met een PowerSafer PS 3.X. De datum, tijd en opgeslagen gegevens gaan dan verloren.

Technische gegevens

De specificaties van de PowerSafer 3.X zijn samengevat in de tabel van figuur 3/18.4-10.

Afmetingen	15 x 5,0 x 7,5 cm
Aansluitspanning	230 V wisselspanning
Maximaal schakelvermogen	460 W
Gemiddeld stand-by vermogenverbruik standaard TV	15 W
Gemiddeld stand-by vermogenverbruik HiFi-systeem	10 W
Gemiddeld stand-by vermogenverbruik satelliet ontvanger	28 W
Vermogenverbruik PowerSafer PS 3.X	0,3 W
Gemiddelde stand-by tijd home cinema systeem	20 uur per dag
Vermindering energieverbruik door PowerSafer PS 3.X	395,66 kWh per jaar
Gehanteerd elektriciteitstarief	€ 0,15 per kWh
Besparing door PowerSafer PS 3.X	€ 59,35 per jaar
Gehanteerde CO_2 uitstoot	0,6 kg/kWh
CO_2 reductie door PowerSafer PS 3.X	237,4 kg per jaar

Figuur 3/18.4-10: De gegevens van de PowerSafer 3.X.

18.4 Elektriciteit besparen met het PowerSafer-principe

Prijs
De PowerSafer PS 3.X is te koop voor € 29,37 ex. 19 % BTW.

PowerSafer TS 1

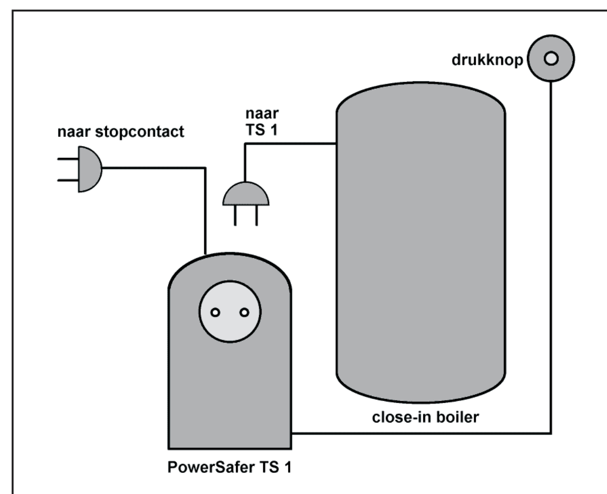
De luxe van snel warm water zonder overbodige kosten
Close-in boilers zijn handige apparaten, die u binnen de seconde warm water in de keuken geven. Echter, zo'n apparaat staat 24 uur per dag aan en verbruikt onnodig veel energie. U zou natuurlijk het apparaat kunnen in- en uitschakelen, maar meestal zijn dergelijke apparaten zo onhandig ingebouwd, dat dit tóch niet gebeurt. Schakel een PowerSafer TS 1 tussen de netspanning en uw boiler en alle problemen worden comfortabel opgelost.



Figuur 3/18.4-11: De PowerSafer TS 1.

De werking van de PowerSafer TS 1, zie figuur 3/18.4-11, is de eenvoud zelve. Het apparaat schakelt u tussen het stopcontact en de netstekker van uw close-in boiler. Bevestig de zelfklevende drukknop op een gemakkelijke plaats. Warm water nodig? Druk even op de drukknop en de PowerSafer TS 1 schakelt uw close-in boiler in.
Als het water op temperatuur is zoemt de PowerSafer TS 1 en schakelt uw close-in boiler uit. U kunt nu warm water tappen, maar uw boiler verbruikt geen energie. Uw close-in boiler verbruikt dus alleen energie als u warm water nodig heeft.

Aansluiten en installeren
Het installeren van een TS 1 is kinderlijk eenvoudig, zie figuur 3/18.4-12.



Figuur 3/18.4-12: Het installeren van een TS 1.

- Schakel uw close-in boiler uit en trek de stekker uit het stopcontact.
- Steek de PowerSafer TS 1 in het stopcontact.
- Steek de netstekker van uw boiler in de PowerSafer TS 1.
- Monteer de drukknop van de PowerSafer TS 1 op een handige plaats.
- De drukknop is voorzien van een zelfklevende laag, schroeven is niet eens noodzakelijk.
- Werk de draad naar de drukknop netjes weg.
- Schakel uw boiler weer aan.

– Druk op de knop als u warm water nodig heeft.

Technische gegevens
De technische specificaties van de TS 1 zijn samengevat in de tabel van figuur 3/18.4-13.

Afmetingen	12,5 x 7,0 x 3,0 cm
Aansluitspanning	230 V wisselspanning
Maximaal schakelvermogen	2.000 W
Gemiddeld stand-by vermogenverbruik close-in boiler	15 W
Vermogenverbruik PowerSafer TS 1	0,3 W
Gemiddelde stand-by tijd boiler	20 uur per dag
Vermindering energieverbruik door PowerSafer TS 1	135,58 kWh per jaar
Gehanteerd elektriciteitstarief	€ 0,15 per kWh
Besparing door PowerSafer TS 1	€ 20,34 per jaar
Gehanteerde CO_2 uitstoot	0,6 kg/kWh
CO_2 reductie door PowerSafer TS 1	81,35 kg per jaar

Figuur 3/18.4-13: Technische specificaties van de TS 1.

Prijs
De PowerSafer TS 1 kost € 31,89 ex. 19 % BTW.

PowerSafer NC 1

Schakel uw netstekker voedingen alleen in als het noodzakelijk is
Radio's, lampen, acculaders, printers, vrijwel de helft van de elektronische apparatuur in uw huis werkt tegenwoordig met een netstekker voeding. Die netstekker voedingen verbruiken wél 24 uur per dag stroom, of het apparaat nu ingeschakeld is of niet. Met de PowerSafer NC 1 kunt u dat energieverlies op een heel eenvoudige manier voorkomen.
Schakel de PowerSafer NC 1, zie figuur 3/18.4-14, tussen een stopcontact en een netstekker voeding. De PowerSafer NC 1 meet om de zeven seconde of u het apparaat dat door de netstekker voeding wordt gevoed heeft ingeschakeld. Is dat het geval, dan schakelt de PowerSafer NC 1 de netstekker voeding in en gaat het apparaat werken. Is dat niet het geval, dan houdt de PowerSafer NC 1 de netstekker voeding uitgeschakeld, zodat u geen cent onnodig vermogen verbruikt.

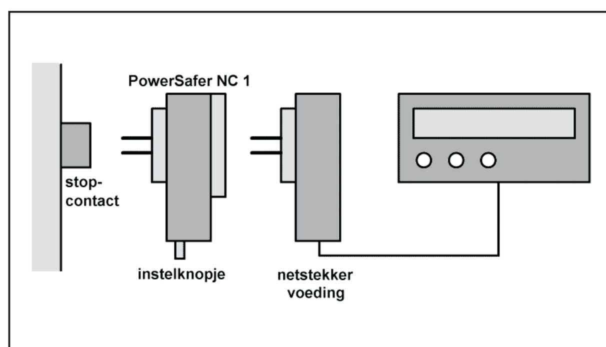


Figuur 3/18.4-14: De PowerSafer NC 1.

Aansluiten
Het aansluiten van een NC 1 is voorgesteld in figuur 3/18.4-15.
– Schakel het op de netstekker voeding aangesloten apparaat uit.
– Steek de PowerSafer NC 1 in het stopcontact.
– Draai de regelknop aan de onderzijde volledig linksom.
– Steek de netstekker voeding in de PowerSafer NC 1.
– Na ongeveer zeven seconde gaat de groene LED branden, het apparaatje is nu “on-line”.

18.4 Elektriciteit besparen met het PowerSafer-principe

– Draai de regelknop naar rechts tot de LED dooft.
– Schakel het apparaat in.
– Even later schakelt de PowerSafer NC 1 de netstekker voeding in.
– Het apparaat werkt nu normaal.



Figuur 3/18.4-15: Het aansluiten van de PowerSafer NC 1.

De werking
De PowerSaver NC 1 schakelt iedere zeven seconde de netstekker voeding heel even in en meet hoeveel vermogen de netstekker voeding verbruikt. Is dat lager dan de met de regelknop ingestelde drempel, dan weet de PowerSaver NC 1 dat het op de voeding aangesloten apparaat is uitgeschakeld. Verbruikt de netstekker voeding meer vermogen, dan weet de PowerSaver NC 1 dat u het apparaat heeft ingeschakeld. De PowerSaver NC 1 schakelt de netstekker voeding in, het apparaat gaat werken. Omdat de PowerSaver NC 1 maar iedere zeven seconde deze meting verricht, kan er dus een vertraging van maximaal zeven seconde optreden tussen het bedienen van de schakelaar en het inschakelen van het apparaat. U kunt op de PowerSaver NC 1 een multi stekkerdoos aansluiten en diverse netstekker voedingen met één PowerSaver NC 1 controleren. Als u dan één apparaat inschakelt, gaan alle netstekker voedingen werken.

Technische gegevens
De technische specificaties van de PowerSafer NC 1 zijn samengevat in de tabel van figuur 3/18.4-16.

Afmetingen	10,0 x 5,0 x 6,5 cm
Aansluitspanning	230 V wisselspanning
Maximaal schakelvermogen	150 W
Gemiddeld stand-by vermogenverbruik netstekker voeding	7 W
Vermogenverbruik PowerSafer NC 1	0,3 W
Gemiddelde stand-by tijd netstekker voeding	20 uur per dag
Vermindering energieverbruik door PowerSafer NC 1	54,75 kWh per jaar
Gehanteerd elektriciteitstarief	€ 0,15 per kWh
Besparing door PowerSafer NC 1	€ 8,21 per jaar
Gehanteerde CO_2 uitstoot	0,6 kg/kWh
CO_2 reductie door PowerSafer NC 1	32,85 kg per jaar

Figuur 3/18.4-16: De technische specificaties van de PowerSafer NC 1.

Prijs
De NC 1 kost € 13,40 ex. 19 % BTW.

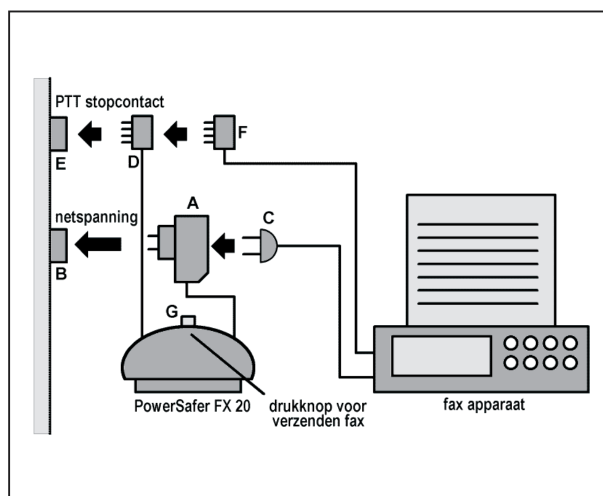
PowerSafer FX 20

Schakel uw faxapparaat alleen in als het noodzakelijk is
Uw fax verbruikt 24 uur per dag ongeveer 40 W, maar is hooguit een uur per dag écht actief.
Met de PowerSafer FX 20 schakelt u uw fax alleen in als een faxbericht wordt ontvangen of als een faxbericht wordt verzonden. De PowerSafer FX 20, zie figuur 3/18.4-17, werkt volledig automatisch en detecteert via de PTT-lijn de ontvangst van een fax. Het intelligente apparaat zet uw fax bovendien tien minuten per twaalf uur aan om de interne accu op te laden, zodat de instellingen van uw fax (zoals het telefoonboek!) niet verloren gaan.

18.4 Elektriciteit besparen met het PowerSafer-principe



Figuur 3/18.4-17: De PowerSafer FX 20.



Figuur 3/18.4-18: Het installeren van een PowerSafer FX 20.

Installeren

Het installeren van de FX 20 is voorgesteld in figuur 3/18.4-18.

- Steek de combi netstekker (A) van de FX 20 in het stopcontact (B).
- Steek de netstekker (C) van uw fax in de combi netstekker (A) van de PowerSafer FX 20.
- Steek de meegeleverde telefoon adapter (D) in de telefoon aansluiting (E).
- Plug de telefoonkabel van de PowerSafer FX 20 in de adapter (D).
- Plug de telefoon stekker (F) van uw fax in (D).
- Fax versturen? Druk even op de drukknop (G) en verstuur uw fax.

De werking

De PowerSafer FX 20 detecteert het ontvangen van een fax aan de hand van de belsignalen die de PTT op de telefoonkabel zet. Op dat moment schakelt de PowerSafer FX 20 uw fax tien minuten in, zodat zelfs een hele set faxen zonder problemen wordt ontvangen. Na die tien minuten schakelt de PowerSafer FX 20 uw fax weer uit.

Als u op de drukknop drukt schakelt de PowerSafer FX 20 uw fax weer voor tien minuten in, zodat u op een normale manier faxen kunt versturen. Om de accu in uw fax opgeladen te houden, schakelt de PowerSafer FX 20 uw fax iedere twaalf uur automatisch tien minuten in.

Afmetingen	13,0 x 6,5 x 4,0 cm
Aansluitspanning	230 V wisselspanning
Maximaal schakelvermogen	250 W
Gemiddeld stand-by vermogenverbruik faxapparaat	40 W
Vermogenverbruik PowerSafer FX 20	0,5 W
Gemiddelde stand-by tijd faxapparaat	23 uur per dag
Vermindering energieverbruik door PowerSafer FX 20	331,6 kWh per jaar
Gehanteerd elektriciteitstarief	€ 0,15 per kWh
Besparing door PowerSafer FX 20	€ 49,74 per jaar
Gehanteerde CO_2 uitstoot	0,6 kg/kWh
CO_2 reductie door PowerSafer FX 20	198,96 kg per jaar

Figuur 3/18.4-19: Technische gegevens van de FX 20.

Technische gegevens

De technische specificaties van de PowerSafer FX 20 zijn samengevat in de tabel van figuur 3/18.4-19.

Prijs
De PowerSafer FX 20 kost € 41,97 ex. 19 % BTW.

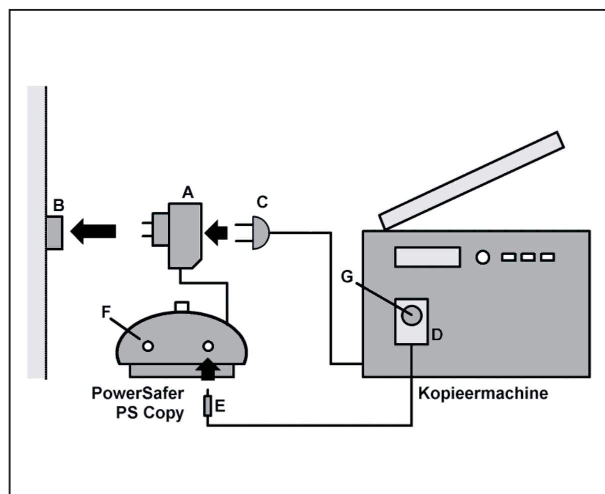
PowerSafer PS Copy

Schakel uw kopieermachine alleen in als het noodzakelijk is
Uw kopieermachine staat waarschijnlijk de hele dag aan. Weliswaar op de spaarstand, maar ook dán verbruikt het apparaat gemiddeld 220 W. Met de PowerSafer PS Copy, zie figuur 3/18.4-20, kunt u heel wat energie besparen. Met een meegeleverde bewegingssensor die u op uw kopieermachine plakt of op de deur van de kopieerkamer registreert de PowerSafer PS Copy kopieerbehoefte. Als u in de buurt van uw kopieermachine komt, schakelt het apparaat automatisch in. Uw kopieermachine gaat na een instelbare tijd automatisch weer uit.



Figuur 3/18.4-20: De PowerSafer PS Copy.

Installeren en aansluiten
Het installeren van een PS Copy is voorgesteld in figuur 3/18.4-21.
- Steek de combi netstekker (A) van de PowerSafer PS Copy in het stopcontact (B).
- Steek de netstekker (C) van uw kopieermachine in de combi netstekker (A) van de PS Copy.
- Kleef de meegeleverde bewegingssensor (D) op uw kopieermachine.
- Plug de stekker (E) van de sensor in de PowerSafer PS Copy.
- Met de instelschroef (F) stelt u de AAN-tijd van uw kopieermachine in tussen een minuut en een uur.
- Met de instelschroef (G) stelt u de gevoeligheid van de bewegingssensor in.



Figuur 3/18.4-21: Het installeren van de PowerSafer PS Copy.

De werking
De bewegingssensor van de PowerSaver PS Copy registreert personen die in de buurt van uw kopieermachine komen. Als een persoon wordt geregistreerd, schakelt de PowerSaver PS Copy uw kopieermachine in. Na de opwarmtijd kunt u kopiëren. Na een instelbare tijd schakelt de PowerSaver PS Copy uw kopieermachine weer uit.

Technische gegevens
De specificaties van de PS Copy zijn samengevat in de tabel van figuur 3/18.4-22.

18.4 Elektriciteit besparen met het PowerSafer-principe

Afmetingen	13,0 x 6,5 x 4,0 cm
Aansluitspanning	230 V wisselspanning
Maximaal schakelvermogen	2.300 W
Gemiddeld stand-by vermogenverbruik kopieermachine	220 W
Vermogenverbruik PowerSafer PS Copy	0,3 W
Gemiddelde stand-by tijd kopieermachine	7,6 uur per dag
Vermindering energieverbruik door PowerSafer PS Copy	421,01 kWh per jaar
Gehanteerd elektriciteitstarief	€ 0,15 per kWh
Besparing door PowerSafer PS Copy	€ 63,60 per jaar
Gehanteerde CO_2 uitstoot	0,6 kg/kWh
CO_2 reductie door PowerSafer PS Copy	252,61 kg per jaar

Figuur 3/18.4-22: De technische gegevens van de PowerSafer PS Copy.

Prijs

De PowerSafer PS Copy kost € 41,98 ex. 19 % BTW.

Nadere gegevens

Fabrikant

De PowerSafer apparaten zijn ontwikkeld door:
D-i-K PowerSafer Energiespartechnik GmbH
Mülheimer Straße 49
D-40878 Ratingen, B.R.D.
Tel: +49 (0)2102-86.150
Fax: +49 (0)2102-86.1533
E-mail: info@powersafer.de
Internet: www.powersafer.de

Leverancier Benelux

De PowerSafer apparaten worden onder andere per postorder verkocht door:
Vego VOF
Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf (NL)
Tel: 045-533.22.00
Fax: 045-533.22.02
E-mail: vego_vof@compuserve.com
Internet: www.energie-besparing.nu

3/20

Theorie en praktijk van telecommunicatie

Inhoud

3/20.15

RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

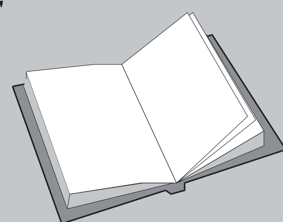
Inleiding

Alles via RJ en UTP
De kleine modulaire connectoren van het type "RJ" en de onafgeschermde kabels van het type "UTP" hebben de moderne telecommunicatie veroverd. Of het nu gaat over het verbinden van een telefoonhoorn met de telefoon, het aansluiten van de telefoon, het aansluiten van een fax of modem, het opbouwen van een snelle ADSL-Internetverbinding of het samenstellen van een snel PC-netwerk, overal komt men deze handige en goedkope connectoren en kabels tegen. Tegenwoordig is het zelfs mogelijk RJ-connectoren en UTP-kabels te gebruiken voor het transporteren van audio en video over tamelijk grote afstanden.
Kortom, deze uiterst gestandaardiseerde onderdelen verdienen het om in een afzonderlijk hoofdstuk te worden besproken.

Registered Jacket
RJ is het letterwoord van "Registered Jacket", een benaming die er op wijst dat het soort connector in ieder geval in Amerika als standaard is geregistreerd. De codering "RJ" maakt deel uit van de "Universal Service Ordering Code" (USOC) en werd in de zeventiger jaren van de vorige eeuw ingevoerd door "Bell Systems". Nadien werd de connector overgenomen door het grote bedrijf "AT&TO" wat de doorbraak als standaard betekende.
De serie RJ-connectoren omvat diverse connectoren die in wezen alleen van elkaar verschillen in het aantal contacten. U weet natuurlijk hoe die connectoren er uitzien, u moet alleen maar even naar uw telefoon kijken om de specifieke vormgeving, zie figuur 3/20.15-1, van deze connectoren te herkennen. Het lichaam van de mannelijke connector is meestal transparant uitgevoerd en klikt via een vergrendeling in het vrouwelijke chassisdeel. Via een hendeltje kan men deze vergrendeling opheffen en de connector weer uit het chassisdeel trekken.
Er komt bij de connectoren van de RJ-serie geen schroefje aan te pas. De

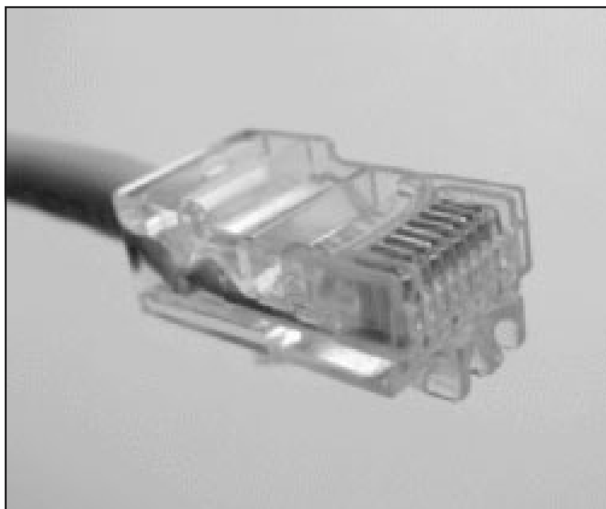
LEES OOK:

Hoofdstuk 3/20.8
Hoofdstuk 3/20.10
Hoofdstuk 3/20.12



20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

aders van de kabel worden in de connector geperst, waarbij scherpe vorktandige metalen delen door de isolatie dringen en het contact met de ader van de kabel tot stand brengen, zie figuur 3/20.15-2.

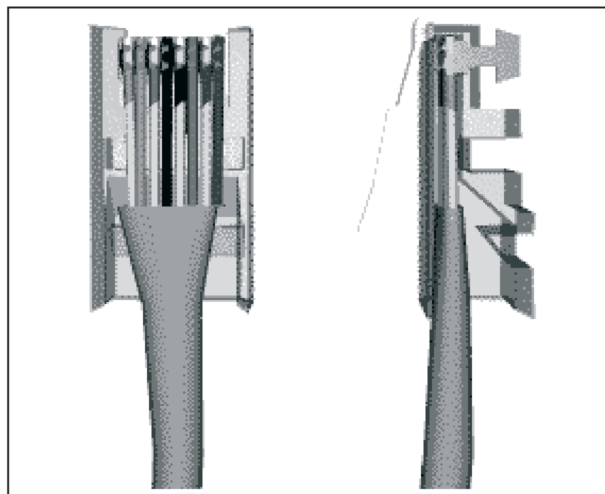


Figuur 3/20.15-1: De specifieke vormgeving van de RJ-connectoren.

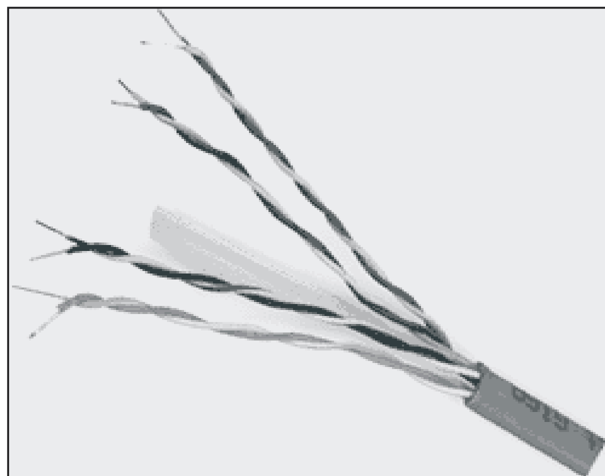
Dit op zich handige en goedkope systeem schrikt echter de doe-het-zelver af. Ten onrechte, want het is helemaal niet moeilijk om zélf een RJ-connector aan een kabel te monteren. U heeft daarvoor wel een speciale krimptang nodig, maar voor de rest is het een fluitje van een cent. Wij komen daar later in dit hoofdstuk nog op terug.

Unshielded Twisted Pair

Het tweede letterwoord waar het in dit hoofdstuk over gaat, “UTP”, staat voor “Unshielded Twisted Pair”. “Unshielded” wil zeggen dat de kabel niet is afgeschermd, zoals bijvoorbeeld wél het geval is bij coax. “Twisted” wil zeggen dat de aders getordeerd zijn, oftewel rond elkaar gedraaid. “Pair” wil zeggen dat deze tordering per aderpaar gebeurt. In figuur 3/20.15-3 is een typische UTP-kabel voorgesteld, in dit geval samengesteld uit vier getordeerde aderparen.



Figuur 3/20.15-2: Bij de RJ-connectoren komt het contact tussen de aders van de kabel en de connectorcontacten tot stand door vorktanden die door de isolatie dringen.



Figuur 3/20.15-3: De typische samenstelling van een UTP-kabel.

Het lijkt in eerste instantie vreemd dat het simpele feit van de tordering van aderparen zoveel effect heeft op de elektrische eigenschappen van de kabel. Daar valt een heel boek vol met ingewik-

kelde formules over te schrijven, maar in het kader van dit praktische hoofdstuk laten wij het bij de vaststelling dat door de tordering en de symmetrische signaaloverdracht per aderpaar dergelijke kabels inderdaad spectaculaire eigenschappen hebben. Met dergelijke spotgoedkope kabels kan men datasnelheden bereiken tot 1 Gbit/s en dit over afstanden tot honderd meter.



Figuur 3/20.15-4: Zo koopt u in de computershop een UTP-kabel, leverbaar in diverse kleuren en lengtes en voorzien van diverse typen RJ-connectoren. In tegenstelling tot alle overige kabelsystemen is een UTP-kabel aan weerszijden voorzien van een **mannelijke** connector.

RJ en UTP in de praktijk

Het zal dan ook geen verbazing wekken dat de combinatie RJ-connector plus UTP-kabel een absolute standaard in telecommunicatieland is geworden. Dergelijke kabels die, zie figuur 3/20.15-4, tegenwoordig in allerlei kleuren en lengtes worden aangeboden, worden onder andere gebruikt voor:

– aansluiten van een analoge telefoon;
– aansluiten van de hoorn op het telefoontoestel;
– aansluiten van een fax;
– aansluiten van een modem;
– opbouwen van een ADSL-verbinding;
– samenstellen van een 10base-T Ethernet netwerk;
– samenstellen van een 100Base-TX Fast Ethernet netwerk;
– samenstellen van een 1000base-T Gigabit Ethernet netwerk;
– verzenden van analoge audio via een balun;
– verzenden van analoge video via een balun.

Kortom, iedere elektronicus moet op de hoogte zijn van de in's en out's van deze technologie.

RJ-connectoren

Inleiding

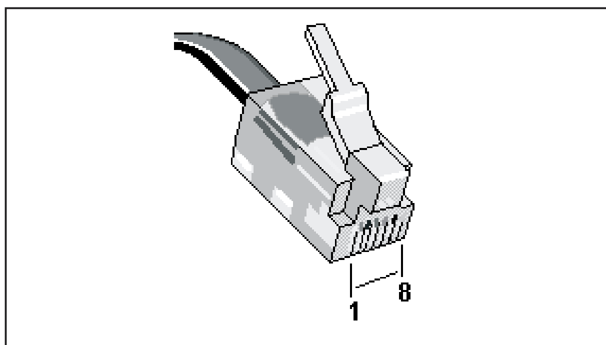
Zoals reeds geschreven bevat de reeks RJ-connectoren een groot aantal typen, die we nu samen met u gaan doornemen. Sommige typen worden echter nauwelijks gebruikt, zodat ze even voor de volledigheid worden vermeld.

RJ-connectoren worden gekenmerkt door het aantal mogelijke contacten en het aantal daadwerkelijk aanwezige contacten. De eerste grootheid wordt gedefinieerd door “P” (Position), de tweede door “C” (Conductor). Een RJ11-6P4C connector heeft dus plaats voor zes contacten waarvan er echter maar vier in gebruik zijn.

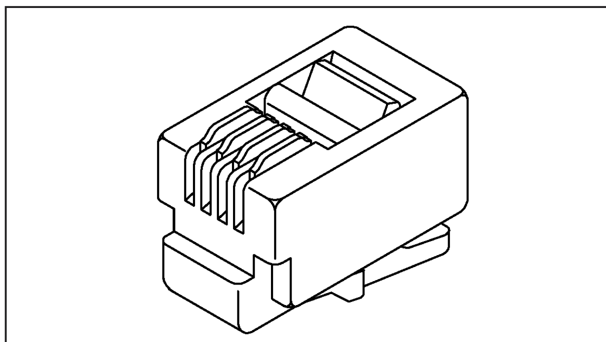
Nummering van de positions

De positions staan in één rij en het is dus belangrijk om te weten hoe deze worden genummerd. In figuur 3/20.15-5 is de standaard nummering weergegeven. Als

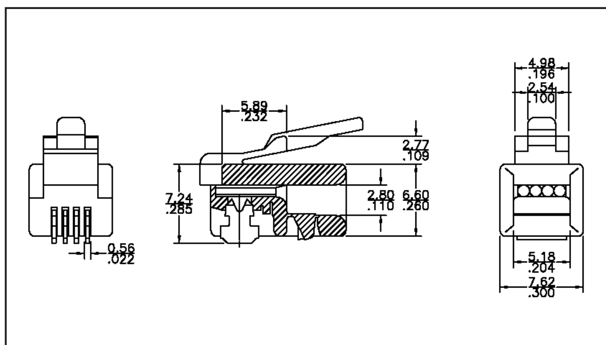
u de **mannelijke** connector vasthoudt als weergegeven met het hendeltje naar boven, dan worden de positions oplopend van links naar rechts genummerd.



Figuur 3/20.15-5: De standaard nummering van de positions op een **mannelijke** connector.



Figuur 3/20.15-6: De originele RJ11 heeft maximaal vier positions.



Figuur 3/20.15-7: Afmetingen van de originele RJ11 connector.

Let echter op! Vanwege de constructie lijkt het er op alsof ook een mannelijke connector gaatjes heeft. De mannelijke connector heeft aan de onderkant duidelijk waarneembare vergulde contactstrippen. Een vrouwelijke connector heeft één groot gat, waarin de volledige mannelijke connector past.

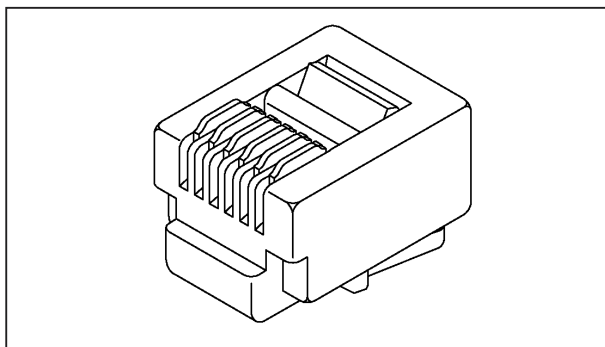
Elektrische specificaties
Alle RJ-connectoren moeten aan de volgende elektrische specificaties voldoen:

– spanning tussen de contacten:
  250 V max.
– stroom door één contact:
  2 A max.
– isolatieweerstand tussen twee contacten:
  500 MΩ min.
– overgangsweerstand van een contact:
  35 mΩ max.
– contactmateriaal:
  opgedampt goud over 50 μm nikkel op koper

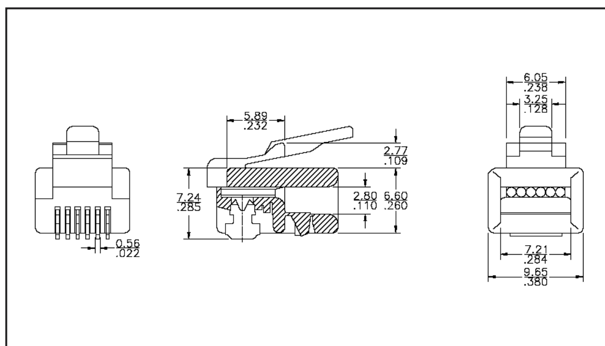
RJ11
De RJ11 heeft, in de originele standaard uitvoering, maximaal vier positions die soms alle vier worden gebruikt maar waar soms alleen de twee middelste van contacten zijn voorzien. De uitvoering is geschetst in figuur 3/20.15-6, de afmetingen volgen uit figuur 3/20.15-7.
Deze connector wordt gebruikt voor het aansluiten van een analoge telefoon, fax of modem. Vaak treft men een RJ11 aan op het uiteinde van het snoer waarmee de hoorn met de telefoon wordt verbonden.

RJ12
De RJ12 is in feite een “opgevoerde” RJ11 die over zes posities beschikt waarvan er vier in gebruik zijn. Omdat de originele RJ11 in moderne apparatuur niet meer wordt gebruikt noemt men dit type vaak RJ11-6P4C, maar correct is dat niet.

De uitvoering is geschetst in figuur 3/20.15-8, de afmetingen volgen uit figuur 3/20.15-9.



Figuur 3/20.15-8: De RJ12 heeft maximaal zes positions.



Figuur 3/20.15-9: Afmetingen van de RJ12 connector.

Zoals reeds geschreven heeft de RJ12 de plaats van de RJ11 ingenomen en men treft deze connector tegenwoordig aan bij telefoons, modems en faxen.

RJ13
De RJ13 is een gemodificeerde uitvoering van de RJ12 die alleen voor speciale telefoonapplicaties wordt gebruikt. U zult er vast nooit mee te maken krijgen.

RJ14
Wordt gebruikt voor het verbinden van twee telefoons in een huisinstallatie. Ook dit type zult u in de dagelijkse praktijk niet tegen het lijf lopen.

RJ15
Is een waterbestendige professionele uitvoering van de RJ11. Wordt voornamelijk toegepast in de vliegtuigbouw en de militaire industrie.

RJ16
Ook deze connector wordt voor specifieke analoge telefoontoepassingen gebruikt. Vrijwel uitgestorven.

RJ17
Lijkt op de RJ11 en wordt voornamelijk gebruikt in medische apparatuur, onder andere ECG-monitoren.

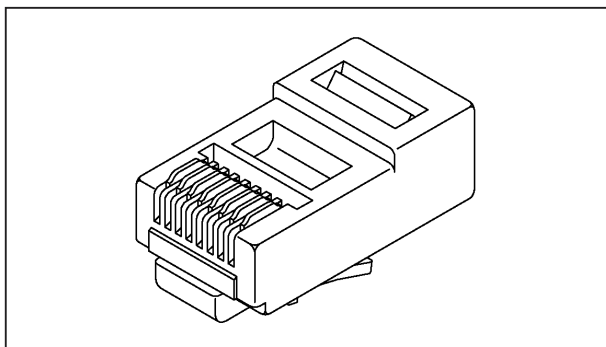
RJ18 en RJ19
Ook deze connectoren werden toegepast in voornamelijk Amerikaanse analoge telefooninstallaties.

RJ21, RJ22, RJ23, RJ24, RJ25, RJ26 en RJ27
Werden gebruikt in Amerikaanse multi-lijns telefooninstallaties. Zo biedt de RJ25 toegang tot drie lijnen en de RJ27 tot acht lijnen.

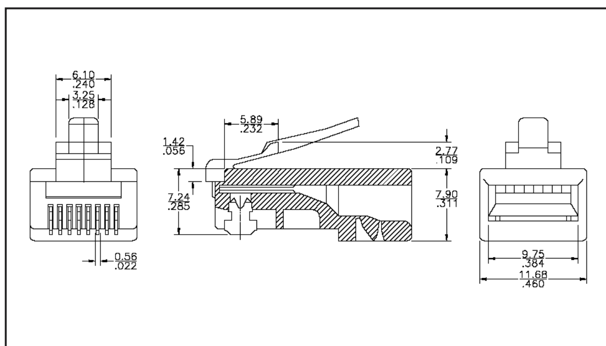
RJ3x
In deze reeks zitten diverse connectoren die iets te maken hebben met het gezamenlijk verbinden van een telefoon en modem met de telefoonlijn.

RJ45
Dit is een zeer actueel model, immers vrijwel alle Ethernet netwerken maken gebruik van deze connector. De RJ45 heeft acht posities die meestal allemaal in gebruik zijn. De uitvoering is geschetst in figuur 3/20.15-10, de afmetingen volgen uit figuur 3/20.15-11.
De RJ45 is dé standaard connector voor bekabeling van ISDN-apparatuur, seriële

RS232 verbindingen en netwerken volgens de 10base-T, 100base-TX en 1000base-T standaarden.



Figuur 3/20.15-10: De RJ45 heeft maximaal acht positions.



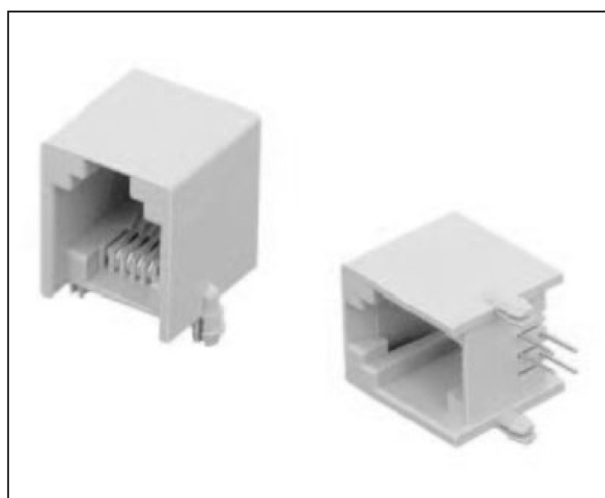
Figuur 3/20.15-11: Gestandaardiseerde afmetingen van de RJ45 connector.

Bovendien treft men deze connector ook aan op alle apparatuur waarmee analoge audio en video via UTP-kabels wordt verstuurd.

RJ-vrouwtjes

Inleiding

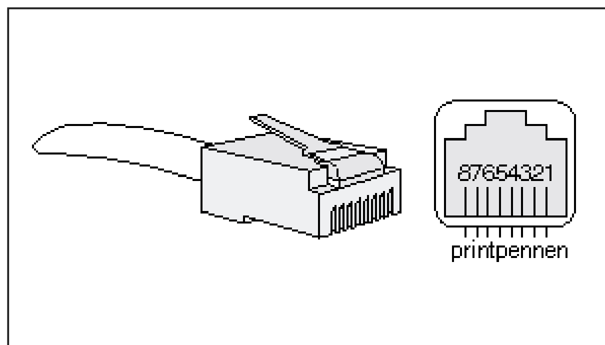
Zoals reeds geschreven heeft iedere geconfectioneerde UTP-kabel aan weerszijden een mannelijke RJ-connector. De vrouwtjes zitten op de apparatuur die via de kabel(s) wordt verbonden. Het vrouwtje heeft, zie figuur 3/20.15-12, één grote opening waar de gehele mannelijke connector in past. Aan de onderzijde zitten contactstrippen die contact maken met de strippen op de mannelijke connector. Aan de bovenzijde is een voorziening aangebracht die ervoor zorgt dat de mannelijke connector in het vrouwtje klikt en alleen los komt na het indrukken van het hendeltje.



Figuur 3/20.15-12: Een vrouwelijke RJ-connector.

De nummering van de positions

In figuur 3/20.15-13 is de nummering van de positions bij de vrouwelijke connector geschetst. Hier wordt opgeteld van links naar rechts als men de connector in de geschetste positie houdt.

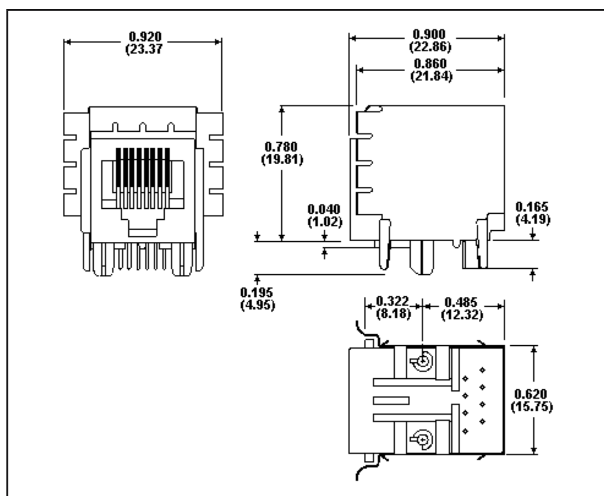


Figuur 3/20.15-13: De nummering van de positions bij de vrouwelijke RJ-connector.

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

Hendeltje boven of beneden

In figuur 3/20.15-13 zit het hendeltje van de mannelijke connector aan de bovenzijde van de vrouwelijke connector en de printpennen aan de onderzijde. Dat is logisch, men kan dan met de duim het hendeltje indrukken terwijl men de mannelijke connector uit het vrouwtje trekt. Toch treft men veel vrouwtjes aan waar het hendeltje beneden zit, dus op de print. In figuur 3/20.15-14 is bijvoorbeeld een dergelijke connector getekend, die door Tyco Electronics op de markt wordt gebracht. Let op dit verschil bij het tellen van de positions!



Figuur 3/20.15-14: Een vrouwelijke RJ- connector waarbij de mannelijke connector met het hendeltje aan de onderkant moet worden ingeplugd.

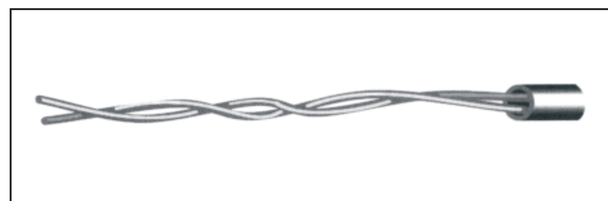
Maximale compatibiteit

Een handige voorziening van de RJ-standaard is de onderlinge compatibiliteit. Dat wil zeggen dat een RJ11 mannetje niet alleen in een RJ11 vrouwtje past, maar ook in een RJ12 of RJ45 vrouwtje. Natuurlijk worden dan alleen de middelste twee of vier contacten doorverbonden. Hetzelfde verhaal geldt voor een RJ12 mannetje: dit past zonder problemen in een RJ45 vrouwtje. Is dus uw nieuwe telefoon voorzien van een RJ45 vrouwtje en heeft u een oude RJ11 kabel? Geen probleem, als beide fabrikanten zich aan de standaard houden, dan doet uw nieuwe telefoon het zonder problemen.

UPT-kabels

Inleiding

De meest eenvoudige uitvoering van een Unshielded Twisted Pair kabel is voorgesteld in figuur 3/20.15-15. Twee aders die zorgvuldig zijn getwist en afgewerkt met een rubber mantel. In principe zou een dergelijke kabel geschikt zijn voor het aansluiten van een oude analoge telefoon op het PTT-net, maar in de praktijk zijn UTP-kabels met slechts twee adres niet meer te koop. Minimaal werkt men nu met twee aderparen.



Figuur 3/20.15-15: De eenvoudigste uitvoering van een UTP-kabel.

Kleurcodering

De vier of acht aders van een UTP-kabel zijn gekleurd, zodat geen misverstanden kunnen ontstaan over welke aders tot één paar horen. Hiervoor is een standaard ontwikkeld, zie figuur 3/20.15-16, een standaard die bijvoorbeeld ook gebruikt wordt om de aders van een Ethernet-verbinding te definiëren:

– Aderpaar 1:
  oranje + oranje/wit;
– Aderpaar 2:

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

groen + groen/wit;
- Aderpaar 3:
  blauw + blauw/wit;
- Aderpaar 4:
  bruin + bruin/wit.



Figuur 3/20.15-16: De kleurcodering van een achtaderige UTP-kabel.

Categorieën

UTP-kabels worden ingedeeld in categorieën. Die categorieën hebben alles te maken met de bandbreedte van de kabel, oftewel omgerekend naar telecommunicatie, de maximale datasnelheid die door de aders kan. Die categorieën zijn zeer belangrijk bij de opbouw van een Ethernet netwerk, omdat zij de snelheid van het netwerk definiëren.

Cat1

De cat1 kabels hebben een bandbreedte van 1 MHz en zijn alleen bruikbaar voor analoge telefoons, analoge modems en RS232 communicatie. Dit type kabels zult u alleen in de dump aantreffen.

Cat2

Hiervoor geldt hetzelfde verhaal. De bandbreedte bedraagt 4 MHz. Dergelijke kabels werden gebruikt voor netwerken volgens de IBM Type 3 standaard of voor 4 Mb/s Token Ring netwerken.

Cat3

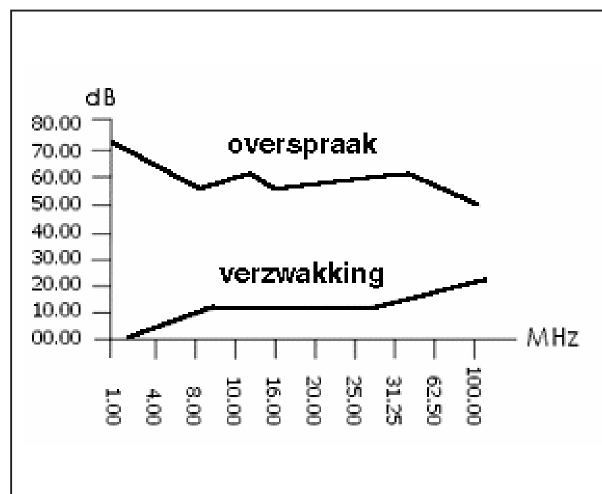
Heeft een bandbreedte van 16 MHz en is bruikbaar voor oude Ethernet netwerken met een maximale capaciteit van 10 Mb/s. Vaak treft men deze kabels aan in systemen die gedigitaliseerde spraak over grote afstanden verzenden.

Cat4

Cat4 haalt 20 MHz en wordt toegepast bij 10 Mb/s Ethernet en 16 Mb/s Token Ring netwerken.

Cat5

Cat5 is op dit moment de meest toegepaste UTP-kabel. Dit type heeft een bandbreedte van 100 MHz en is geschikt voor alle Ethernet netwerken, met uitzondering van 1000base-T. De impedantie bedraagt 100 Ω, de soortelijke weerstand 9,4 Ω per 100 meter. In figuur 3/20.15-17 is de verzwakking (onderste grafiek) en de overspraak (bovenste grafiek) uitgezet in functie van de frequentie.



Figuur 3/20.15-17: Verzwakking en overspraak van een typische Cat5 kabel.

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

Dezelfde gegevens, maar dan onder de vorm van een misschien iets meer zeggende tabel, zijn voorgesteld in figuur 3/20.15-18.

Performance v. ISO/IEC Requirements							
Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100m)		NEXT (dB)		Impedance (Zo) (unsmoothed)	
	Standard	Open-Link	Standard	Open-Link	Standard	Open-Link
1.00	2.1	1.9	62	75	100±15%	±12%
4.00	4.3	4.0	53	67	100±15%	±12%
10.00	6.6	6.2	47	62	100±15%	±12%
16.00	8.2	7.7	44	61	100±15%	±12%
20.00	9.2	8.5	42	55	100±15%	±12%
31.25	11.8	11.0	40	52	100±15%	±12%
62.50	17.1	15.6	35	48	100±15%	±12%
100.00	22.0	20.0	32	45	100±15%	±12%

Figuur 3/20.15-18: Dezelfde gegevens van een Cat5 kabel, maar nu onder de vorm van een tabel.

Transmission Properties and Electrical Specifications								
Frequency (MHz)	Insertion Loss (dB/100m)		NEXT (dB/100m)		Powersum NEXT (dB/100m)		Return Loss (dB)	
	Max.	Nom.	Max.	Nom.	Max.	Nom.	Max.	Nom.
1.00	3.0	1.6	65.0	90.0	62.0	87.0	19.0	30.0
4.00	4.0	3.5	63.0	86.0	60.5	82.0	19.0	32.0
8.00	5.7	55.6	19.0	5.0	58.2	80.0	79.0	34.0
10.00	6.3	54.0	19.0	5.5	56.6	76.0	73.0	35.0
16.00	8.0	50.6	18.0	7.1	53.2	71.0	67.0	37.0
20.00	9.0	49.0	17.5	8.2	51.6	69.0	65.0	38.0
25.00	10.1	47.3	17.0	8.9	50.0	65.0	63.0	38.0
31.25	11.4	45.7	16.5	10.1	48.4	64.0	61.0	36.0
62.50	16.5	40.6	14.0	14.1	43.4	63.0	60.2	35.0
100.00	21.3	37.1	12.0	18.7	39.9	60.0	57.0	33.0
200.00	31.5	31.9	9.0	26.0	34.8	57.0	55.0	30.0
250.00	36.5	30.2	8.0	30.1	33.1	55.0	53.0	29.0

Figuur 3/20.15-19: Eigenschappen van Cat6 kabel.

Cat5e

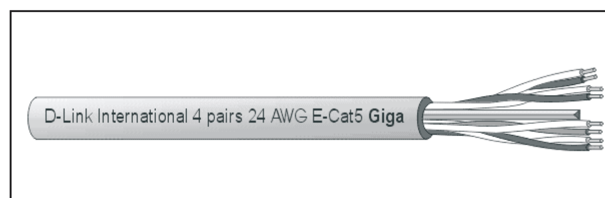
De “e” staat voor “extended” en dit type kabel heeft iets betere eigenschappen dan zijn soortgenoot Cat5. Het gevolg is dat deze kabel zonder problemen kan worden gebruikt voor het samenstellen van een 1000base-T Ethernet netwerk. De bandbreedte bedraagt 100 MHz, de impedantie 100 Ω. Sommige fabrikanten leveren Cat5e als E-Cat5.

Cat6

Cat6 is op dit moment de beste, maar duurste kabel uit de UTP-reeks. De bandbreedte bedraagt niet minder dan 250 MHz en dit model wordt dan ook aanbevolen voor het opbouwen van 1000base-T netwerken over grote afstanden. In de tabel van figuur 3/20.15-19 zijn de eigenschappen samengevat.

Type-aanduiding op de mantel

Cat5, Cat5e en Cat6 worden op dit moment vaak door elkaar gebruikt. Dat kan een probleem zijn als u een netwerk wilt upgraden. Dan moet vaak de Cat5 bedrading vervangen worden door Cat6. Dat is gelukkig geen probleem, want alle fabrikanten van UTP-kabel zetten de Cat-codering op de mantel van hun producten, zie figuur 3/20.15-20.



Figuur 3/20.15-20: De categorie van de kabel wordt steeds op de mantel afgedrukt, vaak uitgebreid met specifieke fabrikantencodes.

Bedradingsstandaarden

Inleiding

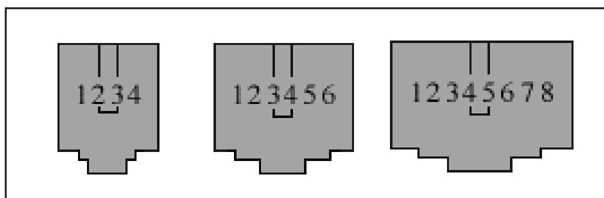
We hebben nu de twee basisonderdelen van de bedrading besproken: drie soorten RJ-connectoren en kabels met één tot vier getwiste aderparen. Nu komt het er op aan te onderzoeken hoe die twee onderdelen bij de diverse toepassingen met elkaar worden verbonden. Gelukkig zijn hiervoor internationale standaarden ontwikkeld.

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

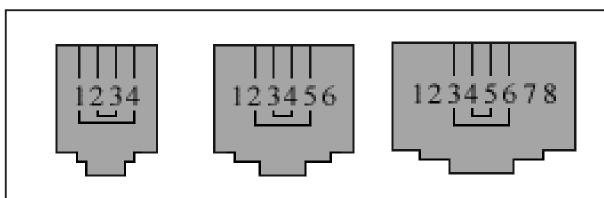
De USOC standaarden

De reeds genoemde USOC heeft hiervoor vier standaarden ontwikkeld, die definiëren hoe een-, twee-, drie- en vierparige kabels aan de RJ11, RJ12 en RJ48 connectoren worden aangesloten.

- USOC RJ11 of RJ11C
  Deze standaard, zie figuur 3/20.15-21, beschrijft hoe een kabel met één getwist paar aan de drie connectoren wordt aangesloten. De twee aders komen dus steeds aan de twee middelste positions van de connectoren.

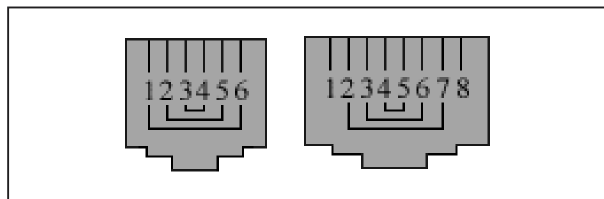


Figuur 3/20.15-21: De USOC RJ11 standaard.

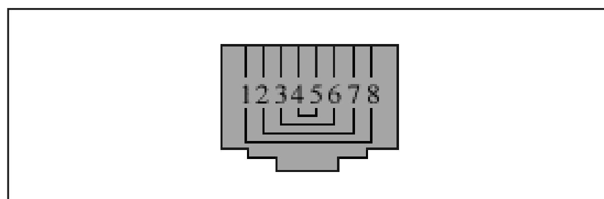


Figuur 3/20.15-22: De USOC RJ14 standaard.

- USOC RJ14 of RJ14C
  Deze standaard, zie figuur 3/20.15-22, beschrijft hoe een kabel met twee getwiste aderparen wordt aangesloten. Ook nu wordt symmetrisch vanuit het midden naar de randen van de connector gewerkt.
- USOC RJ25 of RJ25C
  Hetzelfde, maar nu voor een kabel met drie aderparen, zie figuur 3/20.15-23.
- USOC RJ48 of RJ48C
  Tot slot het aansluitschema van een kabel met vier aderparen, uiteraard alleen geldig voor een RJ48-connector, zie figuur 3/20.15-24.



Figuur 3/20.15-23: De USOC RJ25 standaard.



Figuur 3/20.15-24: De USOC RJ48 standaard.

De EIA/TIA standaarden

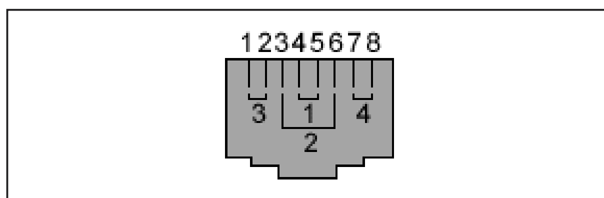
Door deze internationale standaardisatiecommissies zijn twee eigen standaarden ontwikkeld voor het bedraden van met name RJ45-connectoren:

- EIA/TIA 568A
  Bij deze standaard zijn de vier aderparen op de manier als weergegeven in figuur 3/20.15-25 over de acht positions verdeeld. Ook de kleuren van de aders zijn gestandaardiseerd:
  pen 1: wit/groen;
  pen 2: groen;
  pen 3: wit/oranje;
  pen 4: blauw;
  pen 5: wit/blauw;
  pen 6: oranje;
  pen 7: wit/bruin;
  pen 8: bruin.
- EIA/TIA 568B
  Bij deze standaard zijn de vier aderparen op de manier als weergegeven in figuur 3/20.15-26 over de acht positions verdeeld. Ook de kleuren van de aders zijn gestandaardiseerd:
  pen 1: wit/oranje;
  pen 2: oranje;
  pen 3: wit/groen;
  pen 4: blauw;
  pen 5: wit/blauw;

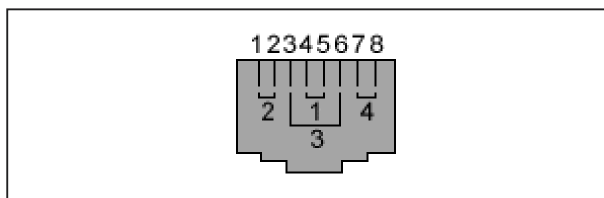
20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

pen 6: groen;
pen 7: wit/bruin;
pen 8: bruin.

Het is deze laatste standaard die is geadopteerd door Ethernet voor al haar netwerken.



Figuur 3/20.15-25: De EIA/TIA 568A standaard.



Figuur 3/20.15-26: De EIA/TIA 568B standaard.

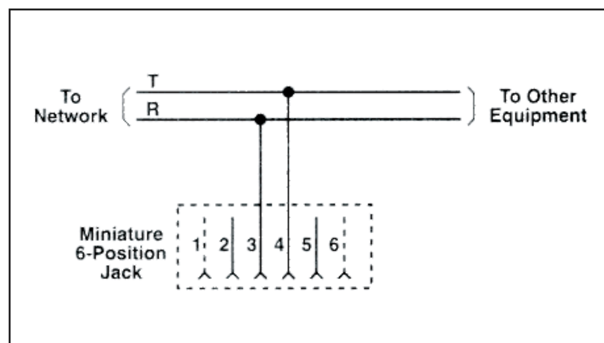
Analoge telefoon

In principe kan een analoge telefoon werken met twee aders. Deze worden in Amerika “tip” (T) en “ring” (R) genoemd. De T-ader heeft een groene kleur, de R-ader een rode kleur. Deze twee aders worden volgens de USOC RJ11 standaard op de RJ-connectoren aangesloten, waarbij de rode ader op pen 2, 3 of 4 zit en de groene op pen 3, 4 of 5.

In figuur 3/20.15-27 ziet u hoe u een aftakking kunt maken op de twee aders van de PTT-lijn.

Analoge telefoon met beldraad

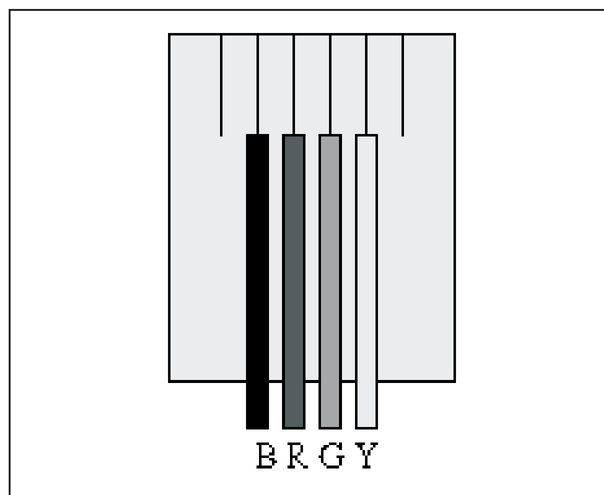
In de oeroude telefoons van de PTT was een derde ader noodzakelijk waarmee men een bel op een tweede toestel kon laten rinkelen om een gesprek door te schakelen. Deze EB-ader wordt bij achtpolige RJ12 connectoren aangesloten op pen 7.



Figuur 3/20.15-27: Het aftakken van het PTT-signaal naar een RJ- connector.

Vieraderige telefoonkabels

Vaak treft u vierpolige telefoonkabels aan. De twee extra aders hebben de kleuren zwart en geel en zijn noodzakelijk als u volgens de officiële PTT-normen een wisselinstallatie met twee toestellen opbouwt of een telefoon/fax of telefoon/modem combinatie wilt. Deze kabels zijn voorzien van RJ12 connectoren, waarbij de kleurcodering en aansluitgegevens volgen uit figuur 3/20.15-28.

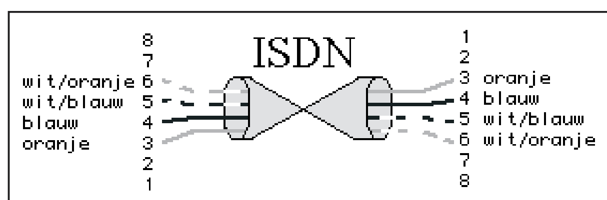


Figuur 3/20.15-28: Het aansluiten van de vier gekleurde aders van een standaard vieraderige telefoonkabel op een RJ-connector, B = zwart, R = rood, G = groen, Y = geel.

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

ISDN
Bij de gewone huis, tuin en keuken ISDN wordt gebruik gemaakt van twee getwiste aderparen. Op de achtpolige RJ45 connector worden deze aangesloten op de pennen 3/6 en 4/5:
- pen 3:
  Rx+, orange
- pen 4:
  Tx-, blauw
- pen 5:
  Tx+, wit/blauw
- pen 6:
  Rx-, wit/oranje

Deze bedrading is schematisch voorgesteld in figuur 3/20.15-29.
ISDN stelt geen hoge eisen aan de kwaliteit van de kabel, Cat3 is voldoende.



Figuur 3/20.15-29: De ISDN-verbindingen op de RJ45 connector.

De geschetste situatie is van toepassing als de ISDN-apparatuur rechtstreeks op de NT1 of een eenvoudige S-bus wordt aangesloten. Bij uitgebreide S-bus architectuur worden alle acht de positions van de RJ45 connector bedraad op dezelfde manier als dit bij Ethernet netwerken het geval is.

RS232 communicatie
Moderne RS232 apparatuur maakt eveneens gebruik van UTP-kabels met RJ45 connectoren. Maar hierbij moet u onderscheid maken tussen DTE- en DCE-apparatuur.
De verbindingen voor DTE zijn:
- pen 1: Rx;
- pen 2: SG;
- pen 3: DTR;
- pen 4: NC;
- pen 5: NC;
- pen 6: Tx;
- pen 7: NC;
- pen 8: NC.

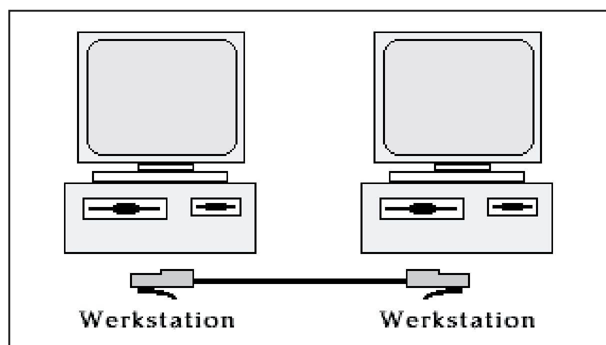
De verbindingen voor DCE zijn:
- pen 1: Tx;
- pen 2: SG;
- pen 3: DCD;
- pen 4: NC;
- pen 5: NC;
- pen 6: Rx;
- pen 7: NC;
- pen 8: NC.

Ethernet netwerken
Het is vooral dank zij de verbreiding van eenvoudige Ethernet netwerken dat de RJ45-connector met UTP-kabel zo populair is geworden. Immers, een Ethernet-kaartje kost niets en dank zij Windows kunt u in tien minuten uw twee PC's met elkaar doorverbinden. Er bestaan vijf versies van Ethernet, waarvan er drie gebruik maken van UTP-bekabeling:
- **10base-T**
  - naam: Ethernet;
  - snelheid: 10 Mbit/s;
  - kabel: UTP Cat3;
  - connector: RJ45;
  - lengte: 100 m max.
- **100base-TX**
  - naam: Fast Ethernet;
  - snelheid: 100 Mbit/s;
  - kabel: UTP Cat5;
  - connector: RJ45;
  - lengte: 100 m max.
- **1000base-T**
  - naam: Gigabit Ethernet;
  - snelheid: 1.000 Mbit/s;
  - kabel: UTP Cat5e of Cat6;

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

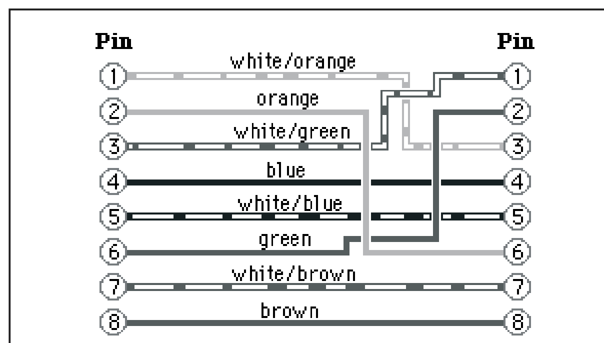
– connector: RJ45;
– lengte: 100 m max.

Rechtstreeks of via een hub
Bij een Ethernet netwerk kan men twee PC's rechtstreeks aan elkaar koppelen of men kan gebruik maken van een configuratie waarbij alle PC's naar een "hub" gaan. De hub is als het ware de telefooncentrale van het netwerk. Op zo'n hub kan men overigens niet alleen PC's aansluiten, maar ook een netwerkprinter, een copieermachine, een scanner, een ADSL-modem, enzovoort.
De bekabeling van de standaard achtaderige UTP-kabel met RJ45-connectoren is echter afhankelijk van het soort netwerk dat wordt opgebouwd. Een belangrijke opmerking, die vaak wordt vergeten!



Figuur 3/20.15-30: Het verbinden van twee Ethernet-kaartjes via een "cross-over" kabel.

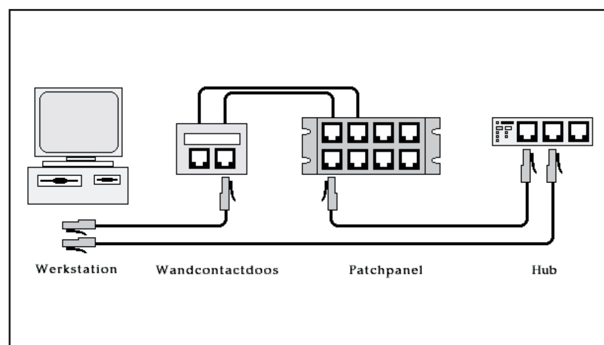
Ethernet, PC naar PC
De simpelste configuratie van een Ethernet netwerk is geschetst in figuur 3/20.15-30. De Ethernetkaartjes in de twee PC's worden rechtstreeks met een UTP-kabel met RJ45-connectoren met elkaar verbonden. Maar, let op! Bij deze verbinding moet u een zogenaamde "cross-over" kabel toepassen. De aansluitcodering van een dergelijke kabel is geschetst in figuur 3/20.15-31.



Figuur 3/20.15-31: De bedrading in een "cross-over" kabel.

Vier aders zijn dus kruiselings met de twee RJ45-connectoren verbonden:
– pen 1 gaat naar pen 3;
– pen 2 gaat naar pen 6;
– pen 3 gaat naar pen 1;
– pen 6 gaat naar pen 2.

Ethernet, PC naar contactdoos, pachpanel of hub
Bij grotere netwerken wordt steeds gebruikt gemaakt van een "hub", een centraal opgesteld kastje waar alle apparaten die met het netwerk zijn verbonden op worden aangesloten. Soms gaat de UTP-kabels rechtstreeks van de Ethernet-kaartjes naar de hub, soms gaat dat via wandcontactdozen en een patchpanel.



Figuur 3/20.15-32: Een uitgebreid Ethernet netwerk maakt gebruik van wandcontactdozen, pachpanels en hub's.

De maximale configuratie van een Ethernet netwerk is geschetst in figuur 3/20.15-32. In dit voorbeeld wordt een PC via een UTP-kabel aangesloten op een wandcontactdoos. De wandcontactdoos gaat naar een uitgang van het patchpanel. Vandaar gaat de communicatie via een tweede UTP-kabel naar de hub. Daaronder is aangegeven hoe de PC rechtstreeks door middel van een UTP-kabel met de hub wordt verbonden.

Bij al deze verbindingen moet u gebruik maken van zogenaamde “straight through” kabels, waarvan de penbezetting is getekend in figuur 3/20.15-33.



Figuur 3/20.15-33: De bedrading aan de twee RJ45-connectoren in een “straight through” kabel.

Audio, video en UTP

Inleiding

De bandbreedte van UTP-kabel is groot genoeg voor het verzenden van audio en video. Bovendien kunt u over één achtaderige kabel vier signalen verzenden. Normaal zijn daar vier coaxiale kabels voor nodig. Het prijsverschil tussen vier coax-kabels en één UTP-kabel is, zeker als de afstand aanzienlijk is, vrij groot. Vandaar dat er een bloeiende markt is ontstaan in oplossingen waarmee u audio en video over UTP kunt versturen.

Analoge audio

De EIA/TIA 568A standaard eist een overspraak van minder dan -50 dB tot 4 MHz. Bij 20 kHz blijkt uit testen met goede Cat5e kabel dat er helemaal geen overspraak te meten is. Tevens eist de standaard voor analoge audiokabels een maximale kabelcapaciteit van 60 pF/m tot 150 pF/m terwijl Cat5 kabel met zijn gegarandeerd lagere capaciteit dan 60 pF/m dus ook een stuk beter is.

Digitale audio

De AES/EBU standaard voor digitale audio vereist een impedantie van 110 Ω +/-20 %. Cat5 kabel valt, met zijn 100 Ω +/-15 %, daar perfect binnen. AES/EBU eist verder dat de overspraak tussen de kabelparen kleiner is dan -30 dB. Volgens de datasheets heeft Cat5 kabel een overspraak van minder dan -45 dB bij 10MHz; aangezien AES/EBU bij 48 kHz samplefrequentie een bandbreedte heeft van slechts 6,144 MHz wordt ook hier ruimschoots aan voldaan. Op één punt voldoet Cat5 kabel niet aan de standaard. AES/EBU eist afgeschermde kabel en UTP is niet afgeschermd. Maar daar is wat aan te doen. De kwaliteit van de signaaloverdracht is afhankelijk van de perfecte balancering van het signaal. Zorg dus steeds dat aan het begin en het einde van de kabel perfect gebalanceerde bronnen en ontvangers zitten. Indien dit niet zo is, dan zal de onafgeschermde kabel signaal uitstralen en storingen oppikken.

Van asymmetrisch naar symmetrisch

Het op te lossen probleem is dus de asymmetrie van audio- en videosignalen en de symmetrie van UTP-kabel. Audio- en video-signalen zitten immers op een “hete” ader en de signalen worden gere-

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

fereerd naar de “koude” ader, de massa. UTP werkt echter symmetrisch met getwiste aderparen. Het is niet mogelijk asymmetrische signalen over een symmetrische kabel te verzenden. De begrippen asymmetrisch en symmetrisch worden soms ook gebalanceerd en ongebalanceerd genoemd. De oplossing voor het probleem is een zogenaamde “balun”, een woord dat is samengesteld uit de woorden **bal**ance en **un**balance. Een balun bestaat in de meest simpele uitvoering uit een trafo, die primair gevoed wordt met het asymmetrische audio of video signaal en secundair op een symmetrische UTP-kabel kan worden aangesloten.

Analog Audio Balun

Door de Canadese firma MuxLab (www.muxlab.com) wordt voor ongeveer € 35,00 een apparaatje aangeboden waarmee u audio zonder merkbaar kwaliteitsverlies over 1,5 km UPT Cat5e kabel kunt versturen. Uiteraard zijn er twee van dit soort balun’s nodig, één aan ieder einde van de UTP-kabel. U sluit, zie figuur 3/20.15-34, het audiosignaal aan via cinch-stekers en de UTP-aders via schroefconnectoren. De bandbreedte gaat van 60 Hz tot 20 kHz.



Figuur 3/20.15-34: Met deze balun verzendt u audio over 1.500 m UTP Cat5e kabel.

Video Balun Transceiver

Door diverse firma’s worden zogenaamde “Video Balun Transceivers” aangeboden. Kleine apparaatjes die u tussen een coaxiale videokabel en een UTP-kabel zet. In figuur 3/20.15-35 wordt als voorbeeld zo’n balun van de firma SimpleCCTV (www.simplecctv.com) voorgesteld. Een paartje kost ongeveer € 36,00. In dit specifieke voorbeeld wordt het videosignaal aangevoerd via een afgeschermde BNC-kabel. Aan de andere zijde van het kastje treft u een vrouwelijke RJ45 connector aan. Bovendien staan aan de zijkant als extra twee schroefconnectoren voor de Cat5 kabel.



Figuur 3/20.15-35: Een eenvoudige “Video Balun Transceiver” van de firma SimpleCCTV.

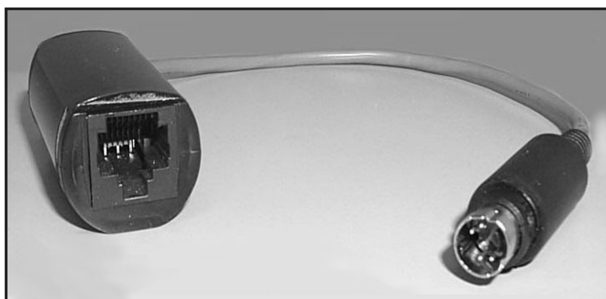
Met dit eenvoudige apparaatje kunt u ongeveer 300 m overbruggen als u genoegen neemt met zwart/wit-signalen en ongeveer 180 m als er kleur aan te pas komt en dit met een verzwakking van slechts 0,5 dB.

S-video naar Cat5 UTP

Door de firma Svideo Torca (www.svideotorca.com) wordt voor ongeveer € 70,00

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

een soortgelijk apparaatje aangeboden, waarmee u S-video signalen over een Cat5 kabel kunt versturen. Het apparaatje, zie figuur 3/20.15-36, heeft aan de ene kant een kabeltje met een mini-DIL connector en aan de andere kant een vrouwelijke RJ45 connector. De twee S-video signalen worden getransporteerd over de aderparen die op de posities 7/8 en 4/5 zijn aangesloten.



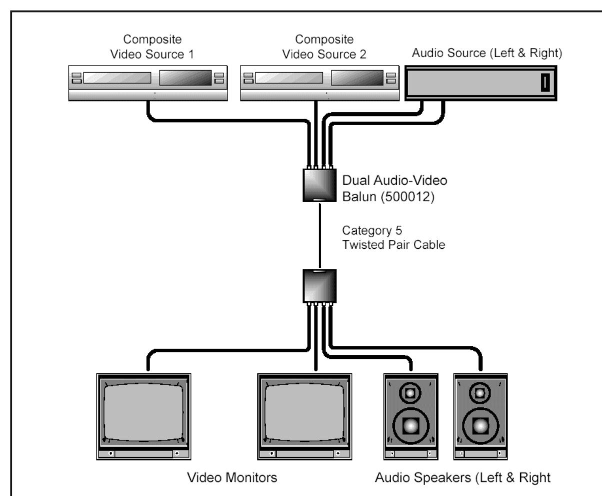
Figuur 3/20.15-36: Een video-balun voor het transporteren van S-video signalen.

VideoEase Dual Audio-Video Balun
Dit apparaatje van MuxLab (www.muxlab.com) maakt maximaal gebruik van de mogelijkheden van een vierpaars UTP Cat5e kabel.



Figuur 3/20.15-37: De VideoEase Dual Audio-Video Balun van MuxLab.

U kunt er, zie figuur 3/20.15-37. twee video- en twee audiosignalen mee versturen. De bandbreedte bedraagt voor audio 50 kHz en voor video 8 MHz. De verzwakking van video is kleiner dan 2,0 dB over een afstand van 660 m. De vier ingangssignalen worden aangesloten door middel van cinch-connectoren en hebben een impedantie van 75 Ω voor video en 600 Ω voor audio.
In figuur 3/20.15-38 is het bedradingsschema getekend. Ook nu moet u uiteraard twee van deze apparaatjes toepassen.

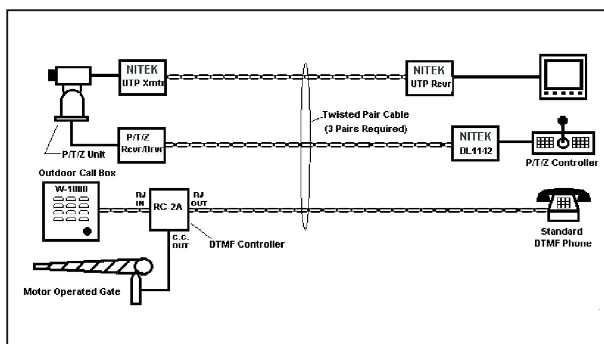


Figuur 3/20.15-38: Het toepassen van de VideoEase Dual Audio-Video Balun in de praktijk.

Ongewone toepassingen van UTP
Tot slot nog een voorbeeld van een ongewone toepassing van een Cat5e UTP-kabel, die bewijst hoe universeel bruikbaar dit medium is. Bewoont u een groot landhuis met een elektrisch te bedienen hek? Dan is de “Integrated Access Control” van Nitek (www.nitlinks.com) ongetwijfeld iets voor u. Met dit systeem kunt u, via een ordinaire UPT Cat5e kabel, een videocamera bij het hek besturen, het beeld van deze ca-

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

mera versturen, een telefoon bedienen en het hek openen. Hoe het systeem er uit ziet volgt uit figuur 3/20.15-39. Er zijn slechts drie UTP aderparen noodzakelijk. Via de bovenste wordt het videosignaal van de camera verstuurd. De tweede wordt gebruikt voor het besturen van de camera via een speciaal apparaat met stuurknuppel. De onderste kabel verzendt het telefoonsignaal via een DTMF-controller en levert bovendien het besturingssignaal voor het openen en sluiten van het hek. Dit signaal wordt gegenereerd als een bepaald sequentie van toetsen op de DTMF-telefoon wordt ingedrukt.



Figuur 3/20.15-39: Het “Integrated Access Control” systeem van Nitek.

ESD-bescherming van UTP-kabels

Inleiding

Hoewel symmetrische kabels zoals UTP per definitie tamelijk ongevoelig zijn voor externe stoorsignalen, kan er natuurlijk tóch iets mis gaan. Zeker als men rekening houdt met het feit dat er vaak honderden meters van dergelijke kabel worden gebruikt ligt het voor de hand dat bijvoorbeeld een blikseminslag in de buurt toch tot de aders doordringt. Vandaar dat diverse fabrikanten oplossingen hebben bedacht, die uw UTP-netwerk beschermen tegen sterke elektromagnetische velden en dit niet alleen van bliksem, maar ook van industriële vervuilers.

Furse Plug-in Protectors voor telefonie

Als eerste voorbeeld wordt een exemplaar besproken dat door Furse op de markt wordt gebracht (www.keison.co.uk/furse) onder typenummer ESP TN/RJ11-6/6. Dit model, zie figuur 3/20.15-40, beschermt alle zes pennen van een RJ11-connector tegen overspanningen en blikseminductie. Het is dus bedoeld voor het beschermen van analoge en digitale telefoonlijnen. Het apparaat is wel vrij prijzig, het kost namelijk ongeveer € 72,00. De fabrikant garandeert echter een levenslange absolute bescherming van uw UTP-lijnen tegen alle mogelijke calamiteiten.
In het gebruik zijn dergelijke apparaten simpel. U plugt de kabel in de vrouwelijke RJ-connector waar u normaal uw telefoonkabel in stopt en verplaatst deze kabel naar de achterzijde van het apparaat.



Figuur 3/20.15-40: Een door Furse op de markt gebrachte bescherming voor UTP-telefoonlijnen.

Vervolgens sluit u een dikke aarddraad aan op de schroefconnector op het apparaat. Deze aardkabel moet via de weg van de minste (elektrische) weerstand met de aarding van uw elektrische installatie worden verbonden. Dit is erg belangrijk: hoe groter de weerstand van de aardverbinding, hoe slechter het apparaat werkt!

Furse Plug-in Protectors voor Ethernet
Dezelfde fabrikant levert voor ongeveer € 125,00 een soortgelijk kastje, ESP Net-100, maar ter bescherming van alle acht de aders van een Ethernet-verbinding. Ook nu plugt u de bijgeleverde kabel in een vrouwelijke RJ24 connector, de te beschermen kabel in de vrouwelijke connector op het apparaat en legt u een stevige aardverbinding.



Figuur 3/20.15-41: Een door Furse op de markt gebrachte bescherming voor Ethernet-lijnen.

UPT meetapparatuur

Inleiding
UTP-bekabeling is een "hete" markt en dus proberen alle fabrikanten een graantje mee te pikken. Uiteraard is er dus een grote markt ontstaan in testers waarmee u uw UTP-bedrading kunt testen. Wie in een zoekmachine de zoektermen "UPT" en "tester" invoert wordt overspoeld met duizenden links. UTP-testers zijn te koop van € 30,00 tot vele duizenden Euro. Het eerste soort doet in feite niets anders dan de aders doormeten, het laatste soort voert ingewikkelde metingen uit en test alle specificaties van de kabel. Wij bespreken hier vier handige en redelijk geprijsde apparaatjes.

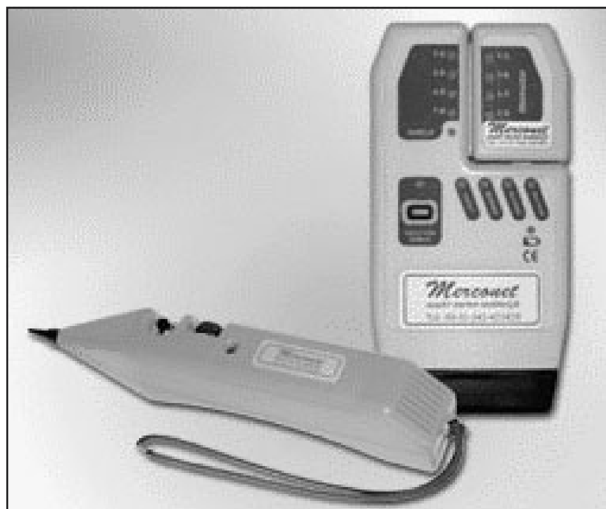
De "Multi-Network Cable Tester"
Dit apparaatje van onbekend merk wordt door elektronica leveranciers aangeboden en kost ongeveer € 30,00. Zoals uit figuur 3/20.15-42 blijkt bestaat de set uit twee apparaatjes, die u aan beide zijden van de UTP-kabel aansluit. De "zender" scant alle aders met signalen, de "ontvanger" heeft LED's die de status van de aders aangeven. Op deze manier spoort u kortgesloten en onderbroken aders op, maar meer dan dat ook niet.



Figuur 3/20.15-42: Een goedkope en eenvoudige UTP-tester.

De AR25 Algoritmetester en -zoeker
Van een geheel andere orde is de AR25 van Merconet (www.merconet.nl). Dat mag ook wel, want dit apparaat kost een sappige € 275,00. De AR25, zie figuur

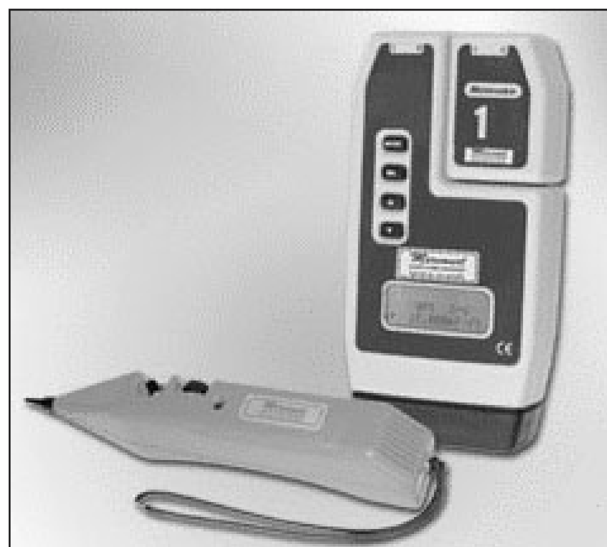
3/20.15-43, identificeert onder andere gesplitste paren, open einden, aderverwisselingen, paarverwisselingen, kortsluitingen, aders en aansluitingen.



Figuur 3/20.15-43: De AR25 van Merconet.

De AR25 bestaat uit een aderzoeker en een 1-8 tester. De aderzoeker zoekt draadloos naar de bedrading. Een aansluiting, kabel of ader wordt zonder de isolatie te verwijderen met de kunststof punt geïdentificeerd. Ook werkplekaansluitingen worden contactloos gevonden. Met de ontvanger is het bovendien mogelijk om ISDN-2 aansluitingen te onderzoeken. Verder is de ontvanger voorzien van een robuuste kunststof punt, waardoor kortsluiting wordt voorkomen. De 1-8 tester is voorzien van een actieve loopback adapter, welke direct door middel van LED's aangeeft of het testresultaat OK is. Hierdoor is aan beide zijden gelijk het resultaat van de test te zien.

De CA35 capaciteit & algoritmetester
De CA35 van Merconet, zie figuur 3/20.15-44, zoekt draadloos naar uw bedrading. Deze tester bestaat uit zes apparaten in één behuizing. Het apparaat controleert op de eerste plaats de bedradingsvolgorde van aansluitingen. Open einden, aderverwisselingen, paarverwisselingen en kortsluitingen worden geïdentificeerd. Het controleert de bedradingsvolgorde van patchkabels. Het controleert op de aanwezigheid van vier getwiste paren en op gesplitste paren. Het meet de lengte per ader of kabel op open bekabeling. Door alleen de zender aan te sluiten wordt direct een gesplitste ader, open einde, kortsluiting en de lengte getoond. Het zoekt draadloos naar de bedrading. De ingebouwde generator is voorzien van vier verschillende tonen. De toon is naar keuze in te stellen op ader, aderpaar of alle aderparen. Via een ingebouwd LCD-display worden de belangrijkste meetgegevens weergegeven. De CA35 kost ongeveer € 378,00.

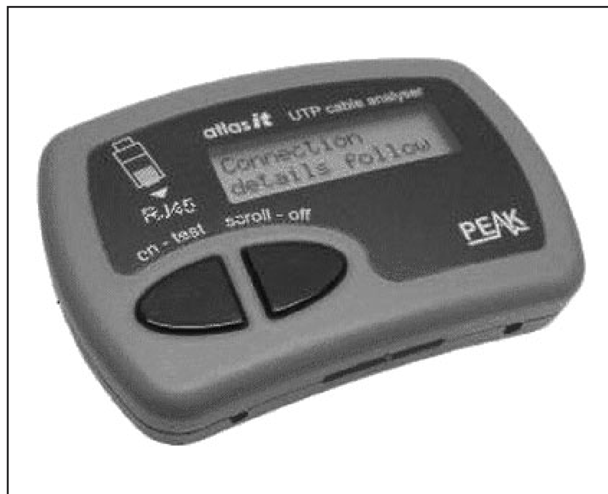


Figuur 3/20.15-44: De CA35 van Merconet.

De Atlas IT van Peak Electronics
De PEAK Atlas IT, zie figuur 3/20.15-45, test achtaderige netwerkkabels die voorzien zijn van standaard RJ45 connectoren. Het in de handpalm te houden apparaatje test zowel "straight through" als

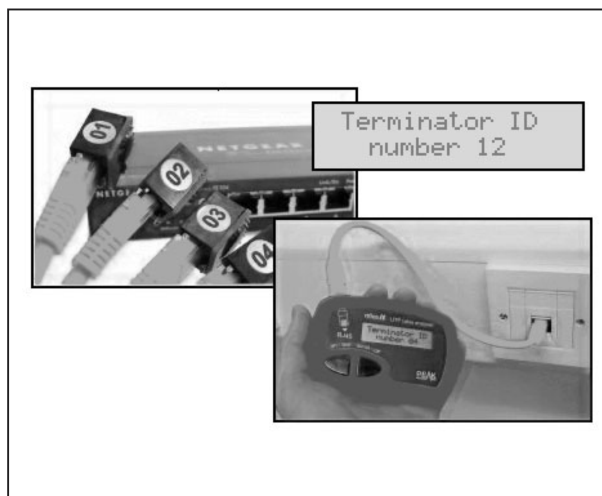
20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie

“pach”kabels. Met de PEAK Atlas IT test u al uw UTP netwerkkabels op een intelligente manier. U plugt de ene RJ45 connector van de kabel in het meetapparaat en de tweede in de meegeleverde terminator. Na een druk op de knop “on-test” wordt de volledige kabel op kortsluitingen, onderbrekingen en foutieve aansluitingen getest. Via de knop “scroll-off” kunt u snel alle relevante gegevens van de kabel inzien op het tweeregelig display: het soort kabel, niet-correcte bedrading, kortgesloten aders, onderbroken aders, zwaar beschadigde kabel, kleurencodes van de aders, etc.



Figuur 3/20.15-45: De Atlas IT van Peak Electronics.

Met de extra te bestellen intelligente terminators kunt u alle kabels die op de hub binnenkomen moeiteloos identificeren. Iedere intelligente terminator stuurt namelijk een identificatiecode over de kabel, code die door de PEAK Atlas IT op het scherm wordt gezet.
Ideaal voor grote, uitgebreide netwerken in kantoorgebouwen! U ziet onmiddellijk welke netwerkaansluiting op welke connector van de hub zit, zie figuur 3/20.15-46.



Figuur 3/20.15-46: Het identificeren van de kabels door middel van de intelligente terminators.

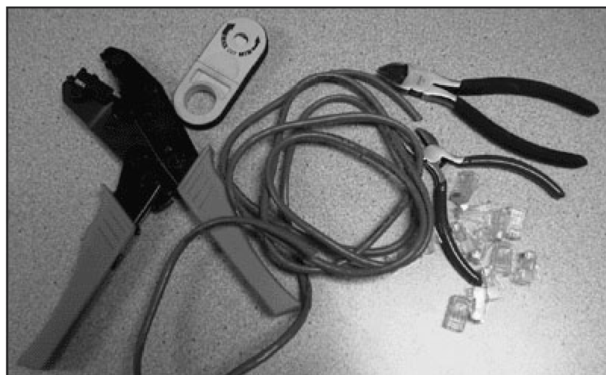
De Atlas IT kost ongeveer € 129,00, een set van acht intelligente terminators kost ongeveer € 68,30. Nadere gegevens op www.vego.nl/atlas.

UTP-kabels zélf maken

Inleiding
Hoewel UTP-kabels tegenwoordig zelfs in de klussenzaak te koop zijn en de prijzen best meevallen, zal de échte elektronicus natuurlijk zelf aan de slag willen. Dat kan en er is niet eens zoveel voor nodig. In figuur 3/20.15-47 is een overzicht gegeven van de gereedschappen die u nodig heeft voor het maken van UTP-kabels:
- UTP-kabel;
- een speciale draadstripper;
- RJ-connectoren;
- kniptang;
- een speciale krimptang.

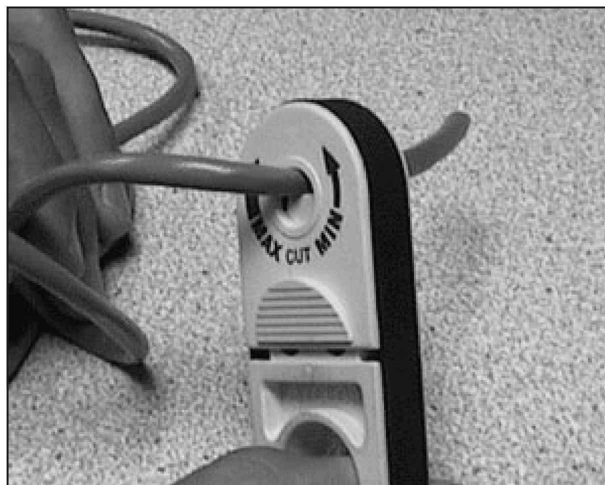
Montageprocedure
- Knip de gewenste lengte UTP kabel af.

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie



Figuur 3/20.15-47: De gereedschappen die nodig zijn voor het zélf maken van UTP-kabels.

- Figuur 3/20.15-48:
  Strip ongeveer 2 cm van de buitenmantel af met de speciale striptang. Met een mesje kan het natuurlijk ook, maar dan moet u er wél voor zorgen niet door de isolatie van de aders te snijden.
- Figuur 3/20.15-49:
  Scheid de vier aderparen en haal de aders los van elkaar.
- Figuur 3/20.15-50:
  Verdeel de aders volgens de juiste kleurencode, druk de aders plat en knip de aders recht af tot een lengte van ongeveer 1 cm.
- figuur 3/20.15-51:
  Schuif de aders voorzichtig in de RJ45 connector, de buitenmantel van de kabel moet hierbij wél in de connector vallen! Druk de aders dusdanig ver dat deze duidelijk het eind van de connector bereiken.
- Figuur 3/20.15-52:
  Plaats de connector stevig in de krimptang en knijp de connector stevig vast.



Figuur 3/20.15-48: Montage van een RJ-connector aan een UTP-kabel, stap 1.

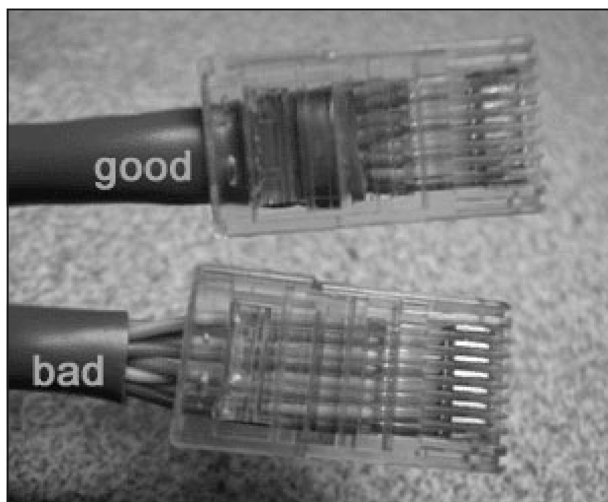


Figuur 3/20.15-49: Montage van een RJ-connector aan een UTP-kabel, stap 2.

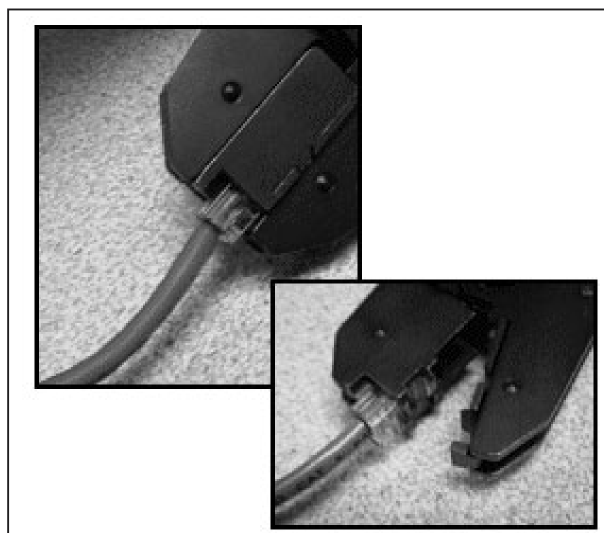


Figuur 3/20.15-50: Montage van een RJ-connector aan een UTP-kabel, stap 3.

20.15 RJ en UTP in de moderne telecommunicatie



Figuur 3/20.15-51: Montage van een RJ-connector aan een UTP-kabel, stap 4.



Figuur 3/20.15-52: Montage van een RJ-connector aan een UTP-kabel, stap 5.

4/1

Inhoud Voorbeeldschakelingen

Inhoud

[1)] Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

4/1.1

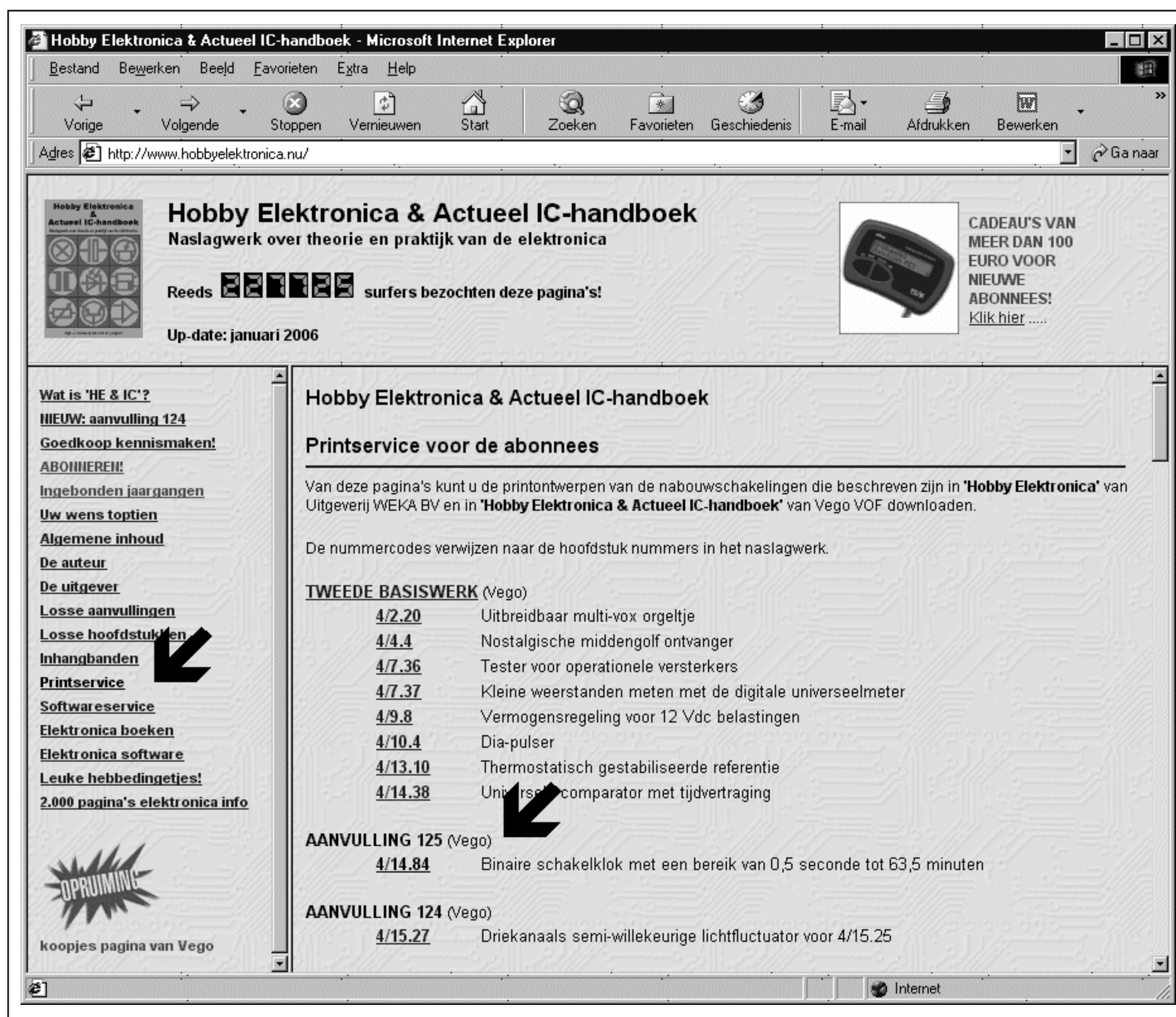
HE&IC printontwerpen nu beschikbaar als Sprint Layout bestand

Inleiding
Uitgevers van elektronica tijdschriften hebben ingenieuze methoden verzonnen om hun lezers te voorzien van de printen van nabouwschakelingen. Bij Elektuur kunt u de printen kant-en-klaar kopen of downloaden als PDF-bestand. Bij Hobby Elektronica & Actueel IC-handboek werden de printontwerpen vroeger afgedrukt op transparante folie, waarmee u zó een fotogevoelige printplaat kon belichten. Een heel duur procédé, omdat deze folies moesten worden gezeefdrukt om de noodzakelijke zwarting te verkrijgen.
Toen dit, vanwege de dalende oplage, onbetaalbaar werd was daar gelukkig Internet. Vanaf aanvulling 95 kunt u alle printontwerpen via www.hobbyelektronica.nu downloaden als TIF-bestand. Er staan inmiddels 95 printontwerpen als 1.000 pixels brede TIF's op onze site. Die TIF's kunt u importeren in een grafisch programma zoals PaintShop Pro en met de juiste afmetingen afdrukken op transparante folie.

Niet erg flexibel
Al deze systemen hebben één groot nadeel: ze zijn niet flexibel. Wat wij daarmee bedoelen is dat de printen zijn ontworpen voor één bepaald stel componenten. Voor het kleine grut zoals weerstanden, condensatoren, dioden en IC's is dat uiteraard geen probleem. Anders is dat bijvoorbeeld bij voedingstrafo's, schakelaars, relais en grote elco's. De ontwerper heeft de print bijvoorbeeld ontworpen voor een 2 x 12 V voedingstrafo van Conrad, maar u heeft een 2 x 12 V trafo van een ander merk in huis met afwijkende aansluitingen. Dat betekent voor u een heel gedoe om die trafo netjes op de print te monteren. Bij een relatief groot onderdeel als een trafo met maximaal zes aansluitingen gaat dat nog wel, maar het wordt écht een probleem als u een ander relais of draaischakelaar in huis heeft. Dan is het bijna onmogelijk om dit onderdeel op het printontwerp van de uitgever te monteren.

Vanaf aanvulling 125
kunt u zélf aan de slag!
Alle uitgeverijen ontwerpen hun printen tegenwoordig met de PC. Bij Hobby Elektronica & Actueel IC-handboek maken wij gebruik van het heel goedkope Sprint Layout van het Duitse Abacom. Waarom dan niet de ontwerpen als LAY-bestand van dát programma beschikbaar stellen? Misschien heeft u Sprint Layout gratis ontvangen toen u zich abonneerde op HE&IC, of misschien heeft u er wel € 48,00 voor over om het programma in huis te halen.

1.1 HE&IC printontwerpen nu beschikbaar als Sprint Layout bestand



Figuur 4/1.1-1: Via www.hobbyelektronica.nu kunt u in een paar stappen een printontwerp uit HE&IC aan uw eigen wensen aanpassen.

Sprint Layout van Abacom kunt u snel per postorder bestellen via www.elektronicasoftware.nl. U heeft dan de mogelijkheid om het ontwerp in uw versie van Sprint Layout te openen en snel wijzigingen in de layout aan te brengen. Het aanpassen van de aansluitingen van een voedingstrafo aan deze die u wilt gebruiken is een klusje van een paar minuten. Het resultaat is een professioneel printontwerp, maar dan helemaal aangepast aan de onderdelen die u in huis heeft.

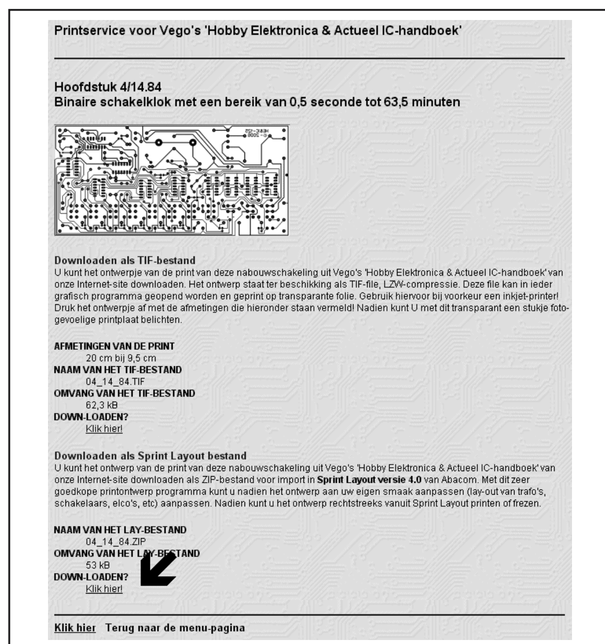
Versie 4.0
Voor de goede orde zij nog vermeld, dat wij werken met de nieuwe versie 4.0 van Sprint Layout en dat u dus ook over deze versie moet beschikken.

Stap 1:
naar Internet
U opent www.hobbyelektronica.nu en klikt in het linker frame, zie figuur 4/1.1-1, op de optie “Printservice”. In het rechter frame ziet u een overzicht

van alle beschikbare printontwerpen. Stel dat u de “Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten” uit aanvulling 125 wilt nabouwen. U klikt dan op het hoofdstuknummer, in dit geval dus 4/14.84.

Stap 2:
het ontwerp downloaden

In het scherm van figuur 4/1.1-2 kunt u vervolgens het ontwerp van de print downloaden.



Figuur 4/1.1-2: Het LAY-printbestand zit verpakt in een ZIP-bestand.

De oude optie, downloaden als TIF-bestand, is uiteraard nog steeds aanwezig voor de lezers die geen zin hebben in Sprint Layout. Bij de nieuwe optie, downloaden als LAY-bestand, doet zich een probleem voor. De extensie .LAY is een ongebruikelijke bestandsextensie en er zijn beveiligingssystemen, zowel hardware- als softwarematige, die uw PC zorgvuldig afschermen voor dergelijke onbekende bestanden. Om u te vrijwaren van het rommelen in de instellingen van uw Internet-browser, uw antivirussoftware of uw firewall hebben wij een truukje bedacht. Wij hebben het LAY-bestand omgezet in een ZIP-bestand. Dat wordt door alle beveiligingssystemen herkend en u kunt een dergelijk bestand zonder problemen downloaden. Klik dus in het venster van figuur 4/1.1-2 op “Klik hier!”.

Stap 3:
dit bestand openen vanaf de huidige locatie

U krijgt vervolgens het bekend venstertje “Bestand downloaden” van Windows in beeld. In dit venster vinkt u de optie “Dit bestand openen vanaf de huidige locatie” aan, zie figuur 4/1.1-3, en klikt vervolgens op “OK”.



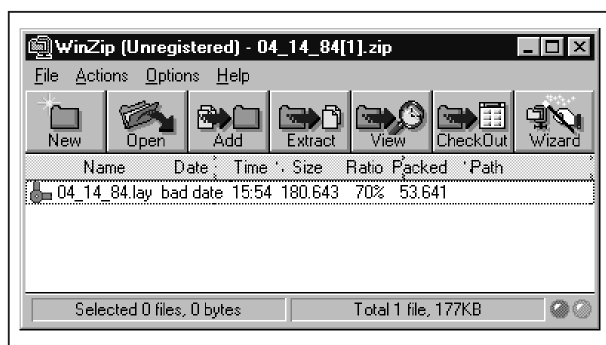
Figuur 4/1.1-3: U opent het ZIP-bestand vanuit uw Internet-browser.

Stap 4:
het bestand ontzippen

U heeft ongetwijfeld een ZIP programma, zoals WinZip, op uw PC staan. Windows herkent de extensie ZIP en start automatisch uw ontzipper op, zie figuur 4/1.1-4. U ziet in dit venster dat onze ZIP

1.1 HE&IC printontwerpen nu beschikbaar als Sprint Layout bestand

inderdaad alleen de LAY van onze print bevat en niets anders. Dubbelklik nu op de naam van het bestand, waardoor het bestand alweer automatisch geopend wordt in de applicatie die aan de LAY-extensie is gekoppeld.



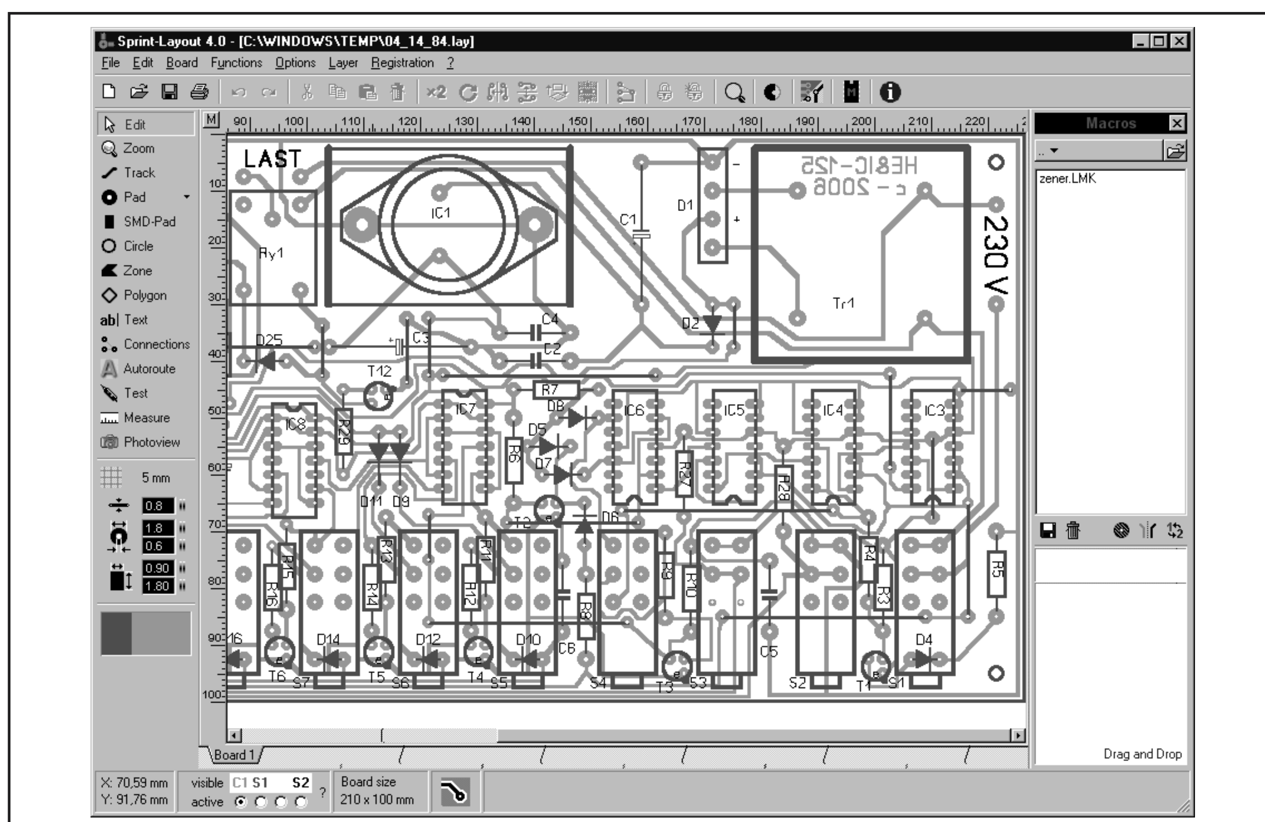
Figuur 4/1.1-4: Uw ontzipper geeft de inhoud van de ZIP-file weer, niets anders dan het Sprint Layout bestand van de print.

Stap 5:
de print in Sprint Layout

Bij de installatie van Sprint Layout op uw systeem is de extensie LAY automatisch gekoppeld aan dit programma. Windows weet dus welk programma het moet openen na uw dubbelklik en inderdaad, zie figuur 4/1.1-5, even later staat het ontwerp van onze print in volle glorie in het venster van uw Sprint Layout, klaar om bewerkt te worden.

Let op!

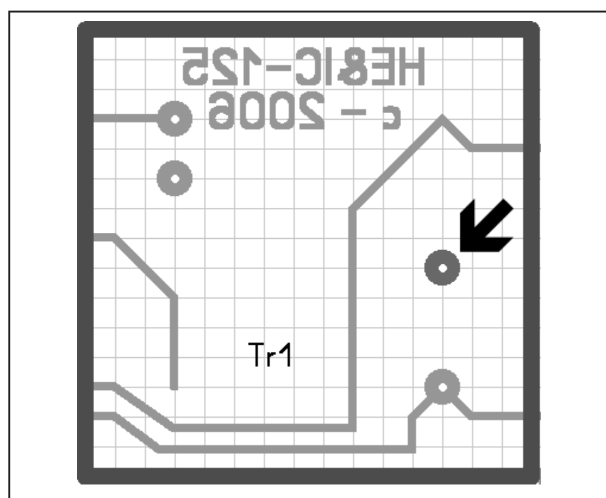
Op dit moment is het ontwerp echter nog niet écht opgeslagen op uw harde schijf, maar staat alleen ergens in een tijdelijke map van die schijf. Het is dus verstandig de print onder een eigen naam even te saven naar een bekende directory.



Figuur 4/1.1-5: De print van onze nabouwschakeling wordt automatisch geopend in Sprint Layout.

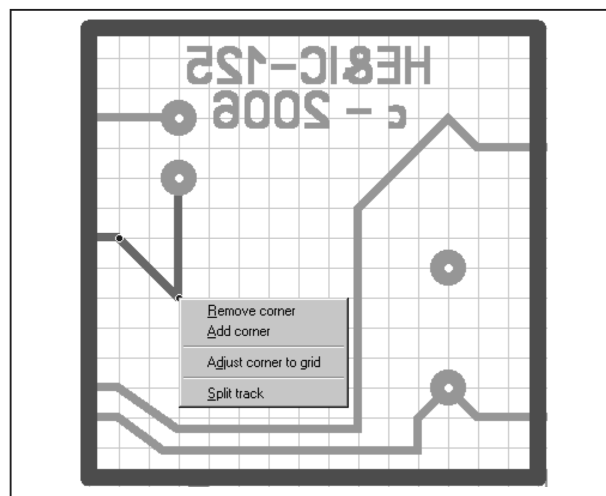
1.1 HE&IC printontwerpen nu beschikbaar als Sprint Layout bestand

Stap 6:
soldeereilandjes verplaatsen
Wij gaan er van uit dat u de afstand tussen de soldeereilandjes van de printtrafo moet veranderen. Zoom dus in op de trafo, zie figuur 4/1.1-6, stel het raster in op 2,5 mm, klik op het te verplaatsen soldeereilandje en sleep het naar de door u gewenste positie op het raster. In dit voorbeeld hebben we zowel de 230 V als de 8 V aansluitingen verplaatst.



Figuur 4/1.1-6: Versleep de soldeereilandjes van de voedingstrafo tot de onderlinge afstanden voldoen aan de normen van uw trafo.

Stap 7:
printbanen wijzigen
Sprint Layout is niet zo intelligent dat, bij het verplaatsen van een soldeereilandje, de printsporen automatisch mee worden verplaatst. Dit moet u dus met de hand doen. Klik, zie figuur 4/1.1-7, het te verplaatsen printspoor aan. Dit wordt paars en u ziet de hoekpunten van de segmenten waaruit het spoor is samengesteld. Als u een hoekpunt wilt verplaatsen klikt u er met de linker muisknop op en verplaatst het naar het gewenste rasterpunt. Misschien kunt u hoekpunten verwijderen of moet u nieuwe aanmaken. Klik met de rechter muisknop op het punt, in het pop-up venstertje selecteert u de opties “Remove corner” of “Add corner”."

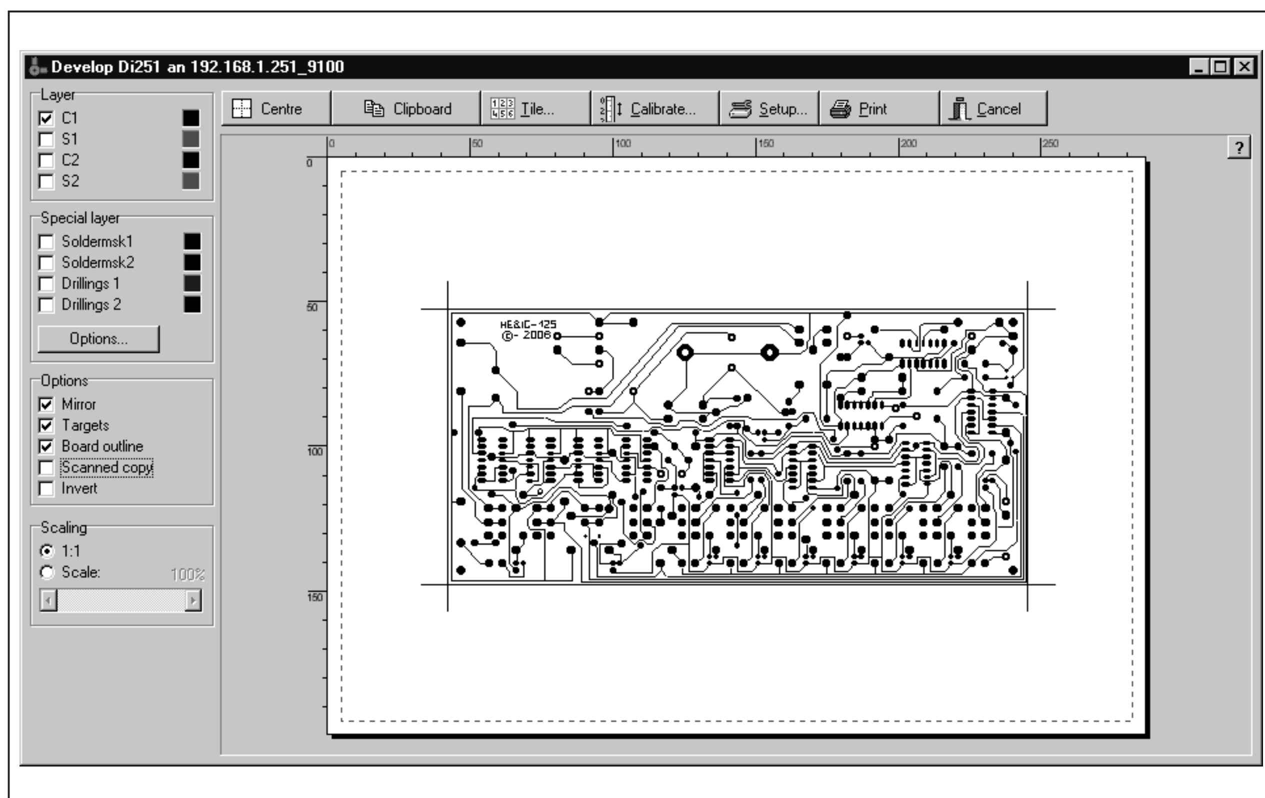


Figuur 4/1.1-7: Ook het verplaatsen en aanpassen van printsporen gaat met een paar muisklikken.

Stap 8:
uw ontwerp is klaar
Op deze manier heeft u óns ontwerp in een paar minuutjes aangepast aan uw onderdeel, zie figuur 4/1.1-8. De procedure is natuurlijk niet altijd zo simpel. Soms zult u natuurlijk printsporen moeten omleiden of zelfs soldeerbruggetjes moeten aanleggen. Maar u kunt in ieder geval ons ontwerp steeds aanpassen aan uw componenten. Bovendien kunt u, dank zij deze nieuwe methode, uw print eventueel automatisch frezen op een CNC-bestuurbare freesmachine. Ook dát kan namelijk met Sprint Layout.

Stap 9:
uw ontwerp printen
Selecteer tot slot in het menu “File” de optie “Print”.

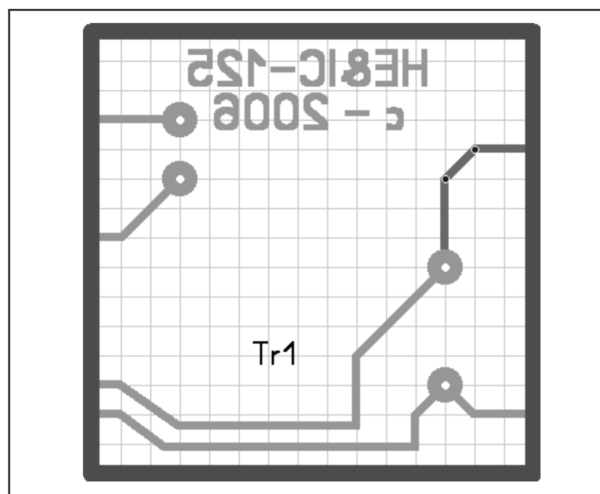
1.1 HE&IC printontwerpen nu beschikbaar als Sprint Layout bestand



Figuur 4/1.1-9: Via dit uitgebreide printvenster kunt u het printontwerp comfortabel afdrukken.

In het uitgebreid printvenster van figuur 4/1.1-9 kunt u het ontwerp van de print op de door u gewenste manier afdrukken. U kunt het ontwerp spiegelen (“Mirror”), inverteren (“Invert”) en voorzien van registerlijntjes (“Board outline”).

Klik in het vakje “Layer” uiteraard alleen “C1” aan (koperlaag 1) en stel de kleur hiervan in op zwart. Vink in het vakje “Scaling” de optie “1:1” aan. Omdat deze print breder is dan de smalle zijde van A4 moet u via de knop ”Setup" de printoriëntatie instellen op “Landscape”. Leg tot slot een vel transparante folie in uw inkjet printer en print het ontwerp af.



Figuur 4/1.1-8: De print layout van onze voedingstrafo is gewijzigd, zodat uw trafo zonder problemen op de print past.

4/2

Muziek-elektronica

Voorversterkers

Effectschakelingen

Eindversterkers

Diversen

---

[1] Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

4/2.29

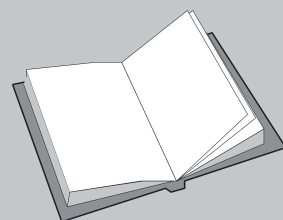
Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen

Inleiding
Een vocoder is een apparaat met één uitgang en twee ingangen, één voor muziek en de andere voor spraak. Het geluid van de stembanden wordt uit de spraak verwijderd en vervangen door muziek. Zo is het mogelijk om een gitaar, een keyboard of een compleet orkest te laten "spreken" of "zingen". De spraak van een goede vocoder is goed te verstaan en kan heel aangenaam zijn om te horen.

Historie
In de tachtiger jaren van de vorige eeuw werden commerciële vocoders betaalbaar en zijn door veel artiesten opnamen gemaakt waarbij vocoders gebruikt werden, soms met sensationele effecten. Zoek maar eens op internet naar Wendy Carlos!
De eerste vocoder (samentrekking van de woorden voice en coder) is in 1939 gebouwd in een laboratorium van de Amerikaanse Bell telefoonmaatschappij door een team onder leiding van Dudley Moore. Men zocht naar een methode om spraak te comprimeren en zo de telefoonlijnen efficiënter te kunnen gebruiken. Dat werkte wel, maar het uitbreken van de tweede wereldoorlog verhinderde de grootschalige commerciële exploitatie. Tijdens de oorlog zijn vocoders gebruikt om telefoongesprekken te scramblen en na de oorlog was door de opkomst van draaggolftelefonie de vocoder voor het oorspronkelijke doel niet meer nodig. Tegenwoordig is de hoofdmoot van de telecommunicatie digitaal en wordt het principe van de vocoder weer veelvuldig toegepast, zie bijvoorbeeld www.ece.ubc.ca/~elec466/lpc_paper.pdf.

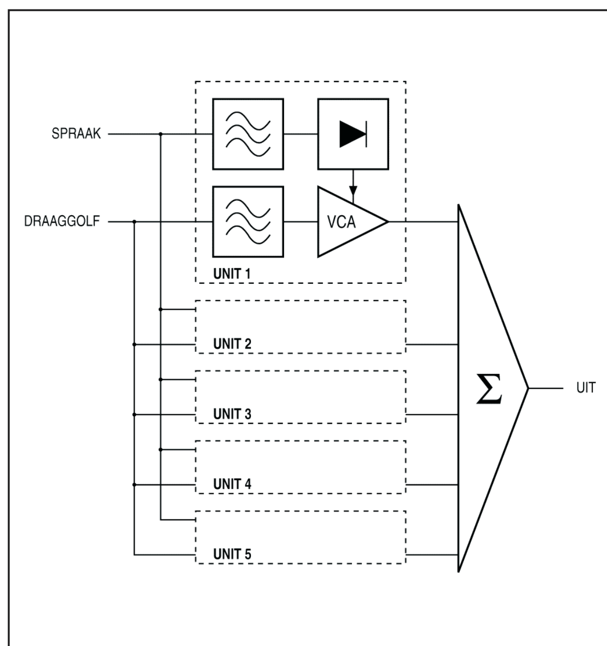
Kanaal-vocoder
Voor onze vocoder hebben we het oorspronkelijke idee van Dudley Moore gebruikt: een kanaal-vocoder. In figuur 4/2.29-1 is de principiële opbouw van zo'n vocoder te zien. Het principe is om de audioband op te delen in een aantal frequentiebanden die naast elkaar liggen: de kanalen. Voor de verwerking van iedere frequentieband is er één unit noodzakelijk. Afgezien van de frequen-

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/12.7
Hoofdstuk 3/12.10
Hoofdstuk 5/20.1



2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen

tie zijn deze units gelijk. Iedere unit bevat twee identieke banddoorlaat filters, één voor spraak en één voor de draaggolf.



Figuur 4/2.29-1: Het blokschema van een vijfkanaals-vocoder.

Bij deze draaggolf moet men niet direct aan een bepaalde frequentie denken maar meer aan een geluidsspectrum. Het spraak banddoorlaat filter wordt gevolgd door een omhullende detector, die de amplitudeveranderingen van de spraak volgt. Het deel filter plus detector heet “analyzer”. De amplitudeveranderingen zijn vrij langzaam tot maximaal zo’n 300 Hz. Het draaggolf banddoorlaat filter wordt gevolgd door een spanningsgestuurde versterker; een VCA (Voltage Controlled Amplifier). Het filter plus de VCA heet “synthesizer”. De uitgangsspanning van de omhullende detector is de controlespanning van de VCA. De uitgangen van alle units worden gesommeerd waardoor de oorspronkelijke audioband weer terug komt met één groot verschil: de “inhoud” van de spraak is vervangen door het geluidsspectrum van de draaggolf!

De menselijke stem

De grondfrequentie van de menselijke stem ligt bij mannen op ongeveer 150 Hz, bij vrouwen en kinderen op ongeveer 250 Hz. Deze frequenties worden door de stembanden opgewekt door de lucht die er langs strijkt te laten trillen. Er zijn twee stembanden, die nooit precies gelijk trillen en er ontstaan dus talloze harmonischen. Bovendien kan de spanning van de stembanden door spieren worden veranderd.

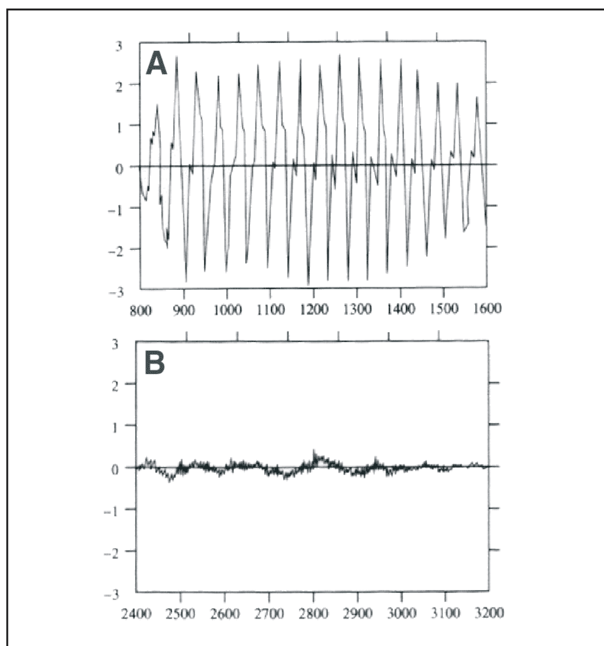
Al met al bedraagt het bereik van de stem zo’n 5.000 Hz. Er zijn echter ook veel klanken die niet door middel van de stembanden worden opgewekt: sisklanken en plofklanken om er enkele te noemen. Klanken die door de stembanden worden opgewekt worden “voiced” genoemd en sis- en plofklanken noemt men “unvoiced”. Het opmerkelijke verschil in frequentie-inhoud is weergegeven in figuur 4/2.29-2. Kanaal-vocoders kunnen unvoiced klanken niet goed verwerken. Professionele vocoders bevatten daarom een “Voiced-Unvoiced” detector en de unvoiced klanken worden meestal door ruis vervangen. In onze vocoder is een eenvoudige alternatieve methode gebruikt. Uit het spraak banddoorlaat filter van de unit met de hoogste frequentie kan een deel aan het uitgangssignaal worden toegevoegd.

Keuze van de kanalen

In professionele vocoders wordt het geluidsspectrum over flink wat kanalen verdeeld. De Sennheiser VSM201 vocoder heeft er maar liefst 20 voor een audiospectrum van 100 Hz tot 8.000 Hz. De

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen

filters hebben een grote steilheid van 18 dB/octaaf.



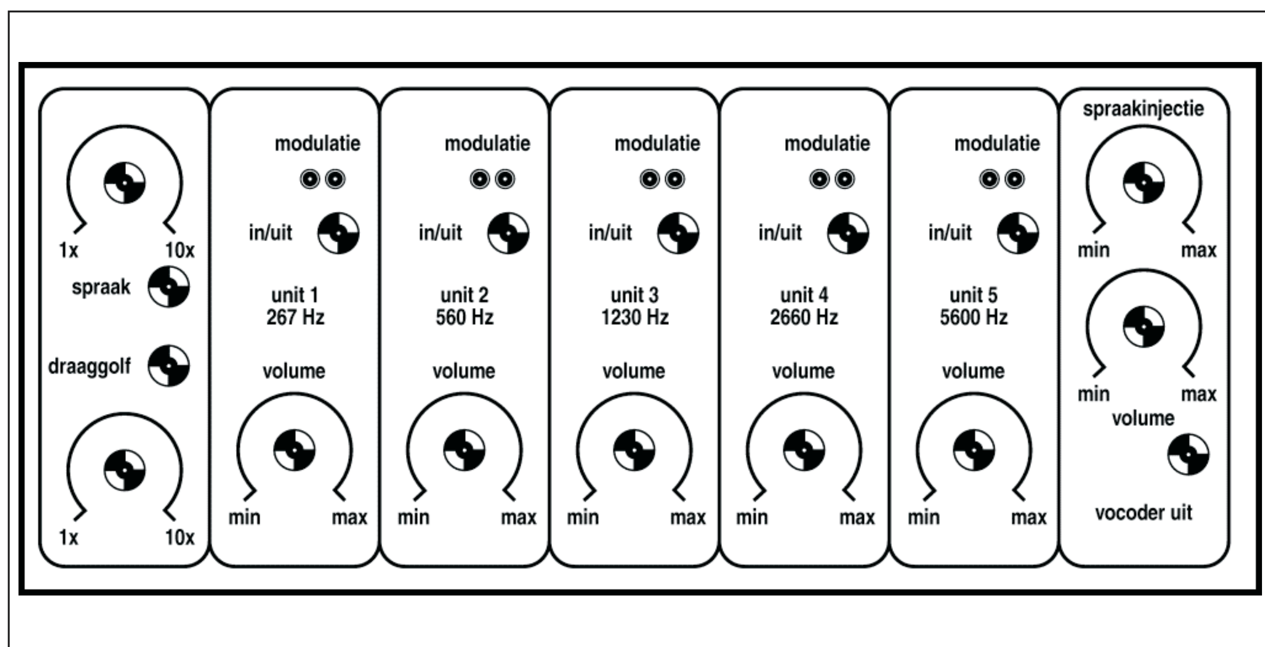
Figuur 4/2.29-2: Het verschil in frequentiesamenstelling tussen voiced (A) en unvoiced (B) klanken.

Op www.stoffelshome.de is een tekening te vinden met de frequentiekarakteristieken van de kanalen. Voor ieder kanaal zijn twee filters nodig. Voor de filters worden vrijwel altijd banddoorlaat filters gebruikt waarbij er dan twee achter elkaar worden gezet voor de gewenste steilheid en de frequenties van de filters verschillen iets om de gewenste bandbreedte te krijgen. Dat noemt men “staggered tuning”. De moeilijkheid daarbij is om de filters op de juiste frequentie te krijgen en de bandbreedte zo in te stellen dat de curves die van de naastgelegen filters op de 6 dB punten snijden, dan sluiten ze naadloos op elkaar aan.
Onze eenvoudige vocoder bevat vijf kanalen voor een audiobereik van ongeveer 180 Hz tot 8.000 Hz. Dat zijn er wel weinig, maar desondanks werkt het apparaat heel goed. Omdat de bandbreedte van de kanalen vrij groot is klinkt het apparaat wat rauw, vooral als voor de draaggolf ruis wordt gebruikt. Met vijf kanalen is de vocoder gemakkelijk te bouwen en niet kritisch voor wat betreft de onderdelen.

De bedieningselementen
In figuur 4/2.29-3 hebben wij de frontplaat van onze vocoder voorgesteld. Het apparaat bestaat uit zeven units, die ieder op een eigen printje zitten en ieder een eigen klein bedieningspaneeltje hebben. U ziet links de ingangs unit, waarmee u de volumes van spraak en muziek kunt regelen. nadien volgen de vijf filter units, met ieder een volumeregelaar. Rechts ziet u de uitgangs unit, waarmee u de spraakinjectie kunt instellen en het uitgangsvolume kunt regelen. Al met al een heel overzichtelijke opstelling, die aan duidelijkheid niets te wensen overlaat!

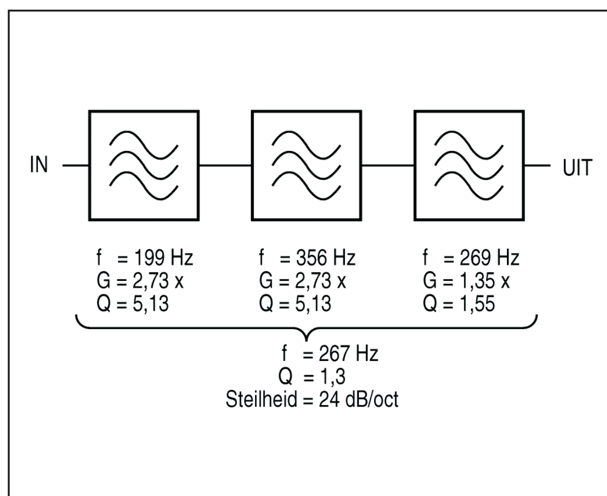
De filters
Figuur 4/2.29-4 laat de opbouw zien van een filter voor unit 1, het kanaal met een bereik van 184 Hz tot 387 Hz. Het bestaat uit drie achter elkaar geschakelde banddoorlaat filters. De eerste twee filters bepalen de “hoekfrequenties”, door de vrij hoge kwaliteitsfactor van 5,13 is er een diepe “dip” in het midden. Die middenfrequentie is gelijk aan $[199 \text{ Hz} \times 356 \text{ Hz}]^{-2}$ = 266 Hz. Door het derde filter, dat op 269 Hz is afgestemd wordt de “dip” vrijwel weggewerkt.
De 3 dB bandbreedte van het filterstelsel is 184 Hz tot 387 Hz hetgeen neerkomt op een kwaliteitsfactor Q van [269/(387 - 184] = 1,3. De steilheid is 24 dB/octaaf.
Figuur 4/2.29-5 laat de frequentiekarakteristieken van alle vijf filters zien.

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen



Figuur 4/2.29-3: De frontplaat van onze vocoder.

De amplituderesponse is vrijwel gelijk en de karakteristieken sluiten fraai op elkaar aan. De karakteristieken zijn gemeten met de "AudioTester V1.4" van Ulrich Müller (www.sumuller.de/audiotester), een shareware programma dat samen met de geluidskaart werkt. De vijf curves zijn exact op elkaar gelegd en de bovenste vier zijn transparant gemaakt.



Figuur 4/2.29-4: De samenstelling van de filters in één unit.

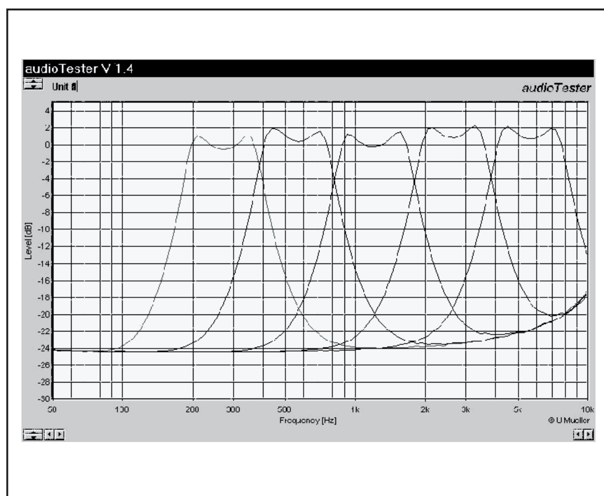
Opbouw van de vocoder

De vocoder is modulair opgebouwd, voor iedere vocoder unit is er één print, verder is er een uitgangsprint met de sommeerschakeling en een regelaar voor "spraakinjectie" en een ingangsprint met niveau-aanpassers voor de spraak- en draaggolfsignalen. De printen worden gestapeld door middel van afstandstukken en met een bandkabel verbonden. Op deze wijze is een compacte constructie verkregen.
Voor alle externe signaalverbindingen worden 3,5 mm jackpluggen gebruikt. In figuur 4/2.29-6 ziet u deze constructie mooi voorgesteld.

De vocoder units

In figuur 4/2.29-7 is het schema van één vocoder unit voorgesteld. Alle units zijn gelijk, alleen de waarden van de condensatoren in de filters verschilt. De op-amp's A1, A2 en A3 vormen het spraakfilter en de op-amp's A4, A5 en A6 het draaggolffilter.

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen



Figuur 4/2.29-5: De samengestelde frequentiekarakteristiek van de vijf filters.

Het zijn MFB-filters (Multiple Feed-Back), dat is hier de beste keus. Op http://sound.westhost.com/projects/htm is een gebruikersvriendelijk programma te vinden om MFB-filters te berekenen. Het spraakfilter wordt gevolgd door een dubbelfazige gelijkrichter bestaande uit A7 en A8 die op zijn beurt wordt gevolgd door een laagdoorlaat filter A9 en A10. De gelijkrichter en het laagdoorlaat filter samen zijn de omhullende detector. Voor unit 1 bedraagt de kantelfrequentie circa 100 Hz; door de dubbelfazige gelijkrichting wordt de frequentie verdubbeld en is 18 dB/oct voldoende voor het laagdoorlaat filter.

Voor de berekening van het hier gebruikte Chebyshev filter met rimpel van -3 db, is op http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/filterpro.html een programma te vinden.

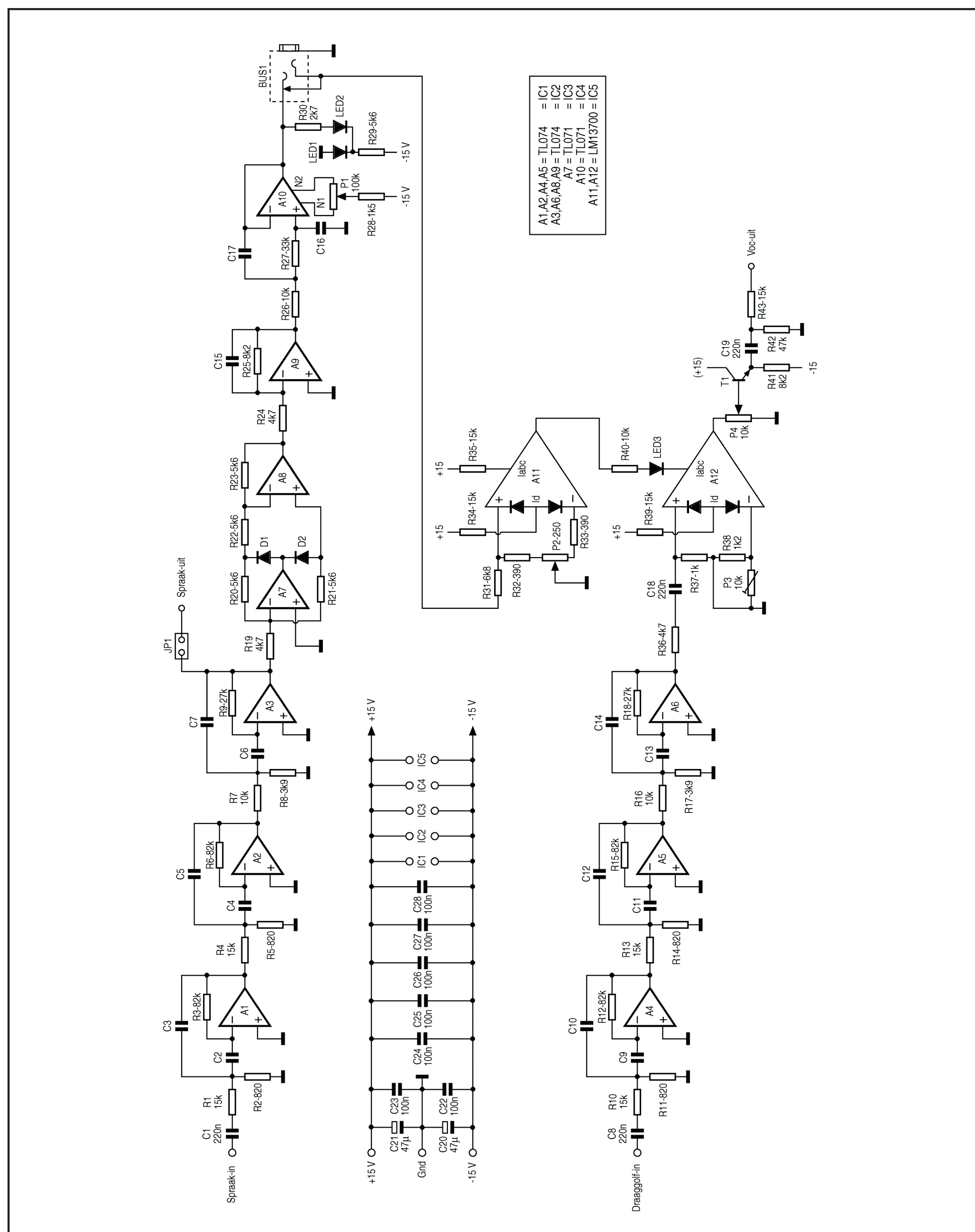
Op BUS1 kan eventueel de VCA-stuurspanning worden afgenomen en voor de sturing van de VCA van een andere unit worden gebruikt. Als een jackplug in de BUS zit, is de verbinding met de “eigen” VCA verbroken, die dan via het cilindrisch contact van de stereo-jackplug kan worden aangestuurd.



Figuur 4/2.29-6: De vocoder is ondergebracht op zeven even grote printjes, die door middel van een bandkabel worden doorverbonden.

Opmerking: omdat de stuurspanningen voor en de ingangen van de VCA’s verwisselbaar zijn is het absoluut nodig om de stuurspanning op “nul” te kunnen afregelen bij de afwezigheid van het spraaksignaal.

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen



Figuur 4/2.29-7: Het volledig schema van één unit van de vocoder.

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen

De hele keten A1...A3 en A7...A10 is gelijkspanningsgekoppeld en alle offsetspanningen worden dus gesommeerd. Voor de "nul" afregeling dient P1.
Als modulatie-indicator voor de sterkte van het spraaksignaal worden twee LED's gebruikt. LED1 geeft de voorspanning voor LED2. De LED's moeten dus van hetzelfde type zijn. Bij afwezigheid van het spraaksignaal brandt LED1 maximaal en is LED2 uit. Naarmate de modulatie toeneemt gaat LED2 feller branden en LED1 minder fel. Als LED1 dooft is de modulatie 100% en dat is heel duidelijk zichtbaar.
Als over JP1 een jumper is geplaatst, is de uitgang van het spraakfilter verbonden met de sommeerschakeling. Gewoonlijk zal dat bij unit 5 zijn, met de hoogste frequentie. Er mag maar één jumper aanwezig zijn.
Het draaggolffilter wordt gevolgd door de VCA A12. Dat is een operationele transconductantie amplifier, kortweg OTA. Een OTA heeft spanningsgestuurde ingangen en stroombronnen als uitgang. De verdeling van de uitgangsstroom hangt dus af van de spanning op de ingangen. Bovendien is er een extra ingang voor de "amplifier bias current" (Iabc) waarmee de totaalstroom van de OTA kan worden ingesteld. De spanning die over P4 ontstaat is afhankelijk van Iabc en de spanning op de ingangen van de OTA. Door Iabc te veranderen wordt de versterking van de trap geregeld. Hoe meer stroom in ingang Iabc (maximaal 2 mA) hoe meer versterking. De hier toegepaste OTA heeft aan de ingangen lineariseringsdioden die door R39 worden gepolariseerd. Het werkingsgebied is daardoor zeer groot.
Stel nu, dat er geen draaggolfsignaal is en dat de OTA niet perfect in balans is. Als Iabc nul is, valt er geen spanning over P4. Als Iabc groter wordt komt er, door de imperfecte balans, een steeds grotere spanning over P4 te staan. Met andere woorden, er ontstaat een uitgangsspanning ten gevolge van de versterkingsregeling. Met P3 kan de OTA worden uitgebalanceerd om dit ongewenste verschijnsel te minimaliseren.
T1 is een darlington transistor, die in het OTA-IC zit en die dient als uitgangsbuffer. Om de uitgangsspanning van de vocoder unit op nulniveau te krijgen zijn C19 en R42 opgenomen. R43 is de sommeerweerstand die op het virtuele nulpunt wordt aangesloten. Voor de regeling van de uitgangsspanning van de vocoder unit dient P4.
Tot slot A11. Het OTA-IC (een LM13700) bevat twee OTA's en twee transistoren. Eén OTA wordt als VCA gebruikt en de andere OTA als spanning naar stroom omzetter voor de sturing van Iabc. Deze tweede OTA (A11) wordt uit balans gebracht en wel zodanig dat, als de spanning op de plus ingang nul volt is, de totale stroom door de stroomspiegel loopt die met -15 V is verbonden. Iabc is gerelateerd aan de negatieve voedingsspanning en ligt daar 1 V á 1,2 V boven. De drempelspanning van de groene LED3 bedraagt circa 1,4 V hetgeen voldoende ruimte geeft tussen de minimale spanning van A11 en de minimale spanning op ingang Iabc van A12. Zonder LED3 zou de versterking van A12 niet tot nul kunnen worden teruggeregeld. R40 dient uitsluitend om Iabc te kunnen meten.

De bouw van de vocoder units

In figuur 4/2.29-8, op de laatste pagina van dit hoofdstuk, is de lay-out van de vocoderprint te zien.

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen

ONDERDELENLIJST ÉÉN VOCODER UNIT

WEERSTANDEN, 1% METAALFILM, 0,25 W

R1,R4,R10,R13,R34,R35,R39,R43	15 kΩ
R2,R5,R11,R14	820 Ω
R3,R6,R12,R15	82 kΩ
R7,R16,R26,R40	10 kΩ
R8,R17	3,9 kΩ
R9,R18	27 kΩ
R19,R24,R36	4,7 kΩ
R20...R23,R29	5,6 kΩ
R25,R41	8,2 kΩ
R27	33 kΩ
R28	1,5 kΩ
R30	2,7 kΩ
R31	6,8 kΩ
R32,R33	390 Ω
R37	1 kΩ
R38	1,2 kΩ
R42	47 kΩ

INSTELPOTENTIOMETERS, PIHER PT15NH MET KARTELKNOP EN INSTEEK-AS LANG 18,2 mm

P1	100 kΩ
P2	250 Ω
P3	10 kΩ
P4	10 kΩ

CONDENSATOREN

C1,C8,C18,C19	220 nF	MKT (MKH) RM7,5 of RM5
C2...C7,C9...C14,C15...C17	zie tabel	MKT (MKH) RM7,5 of RM5
C20,C21	47 µF	25 V printelco
C22...C28	100 nF	50 V RM2,5, multilayer

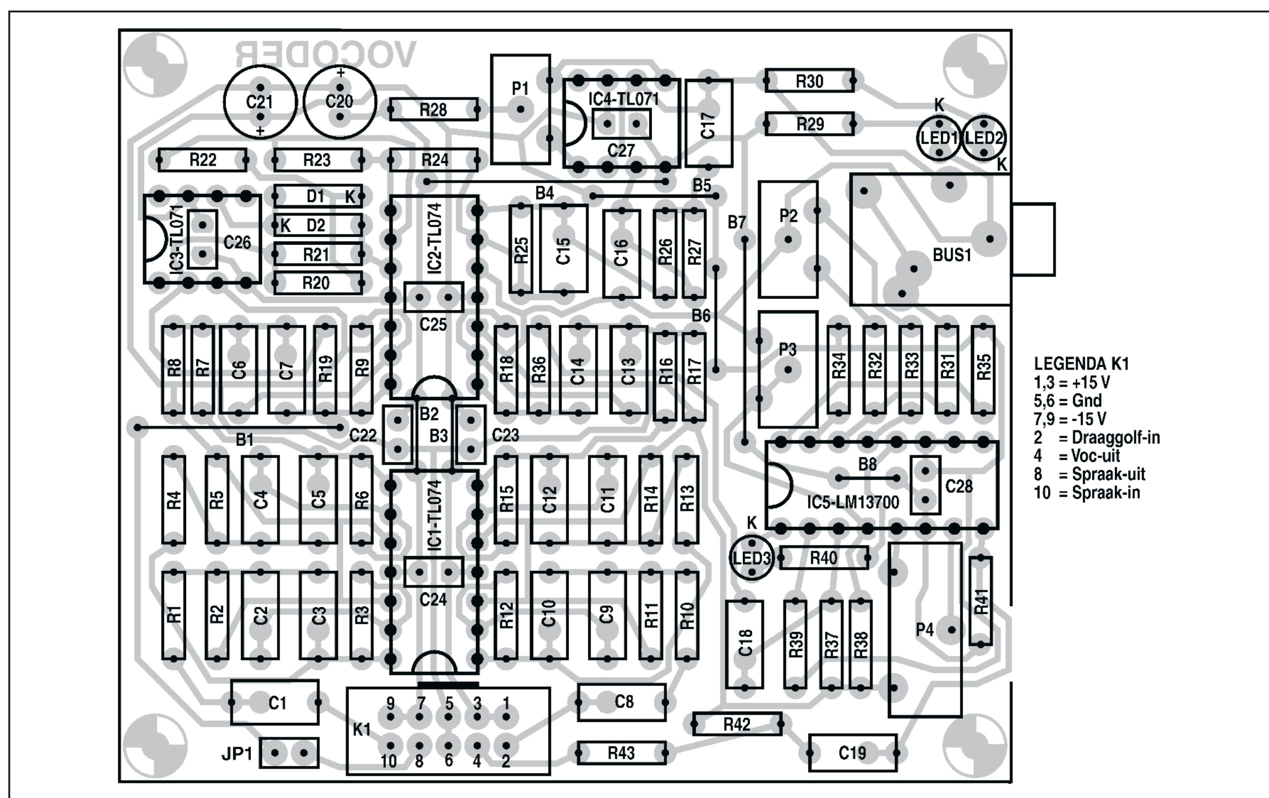
HALFGELEIDERS

IC1,IC2	TL074
IC3,IC4	TL071
IC5	LM13700
D1,D2	BAT43
LED1,LED2	rode LED 3 mm, low current
LED3	groene LED 3 mm, low current

DIVERSEN

2	precisie IC-voet 14 pens met buscontacten
2	precisie IC-voet 8 pens met buscontacten
1	precisie IC-voet 16 pens met buscontacten
1	printheader 2 x 1 voor jumper
1	printheader 2 x 5, RM2,54
1	opzetconnector 2 x 5, RM2,54 female voor bandkabel
1	Piher kartelknop en insteek-as lang 18,2 mm
1	stereo printstekerbus 3,5 mm met schakelcontact
1	stereo jackplug 3,5 mm
4	afstandbout M3 binnen/buiten SW 5,5 mm, lengte 25 mm
8	draadbruggen

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen



Figuur 4/2.29-9: De componentenopstelling voor een vocoderprint.

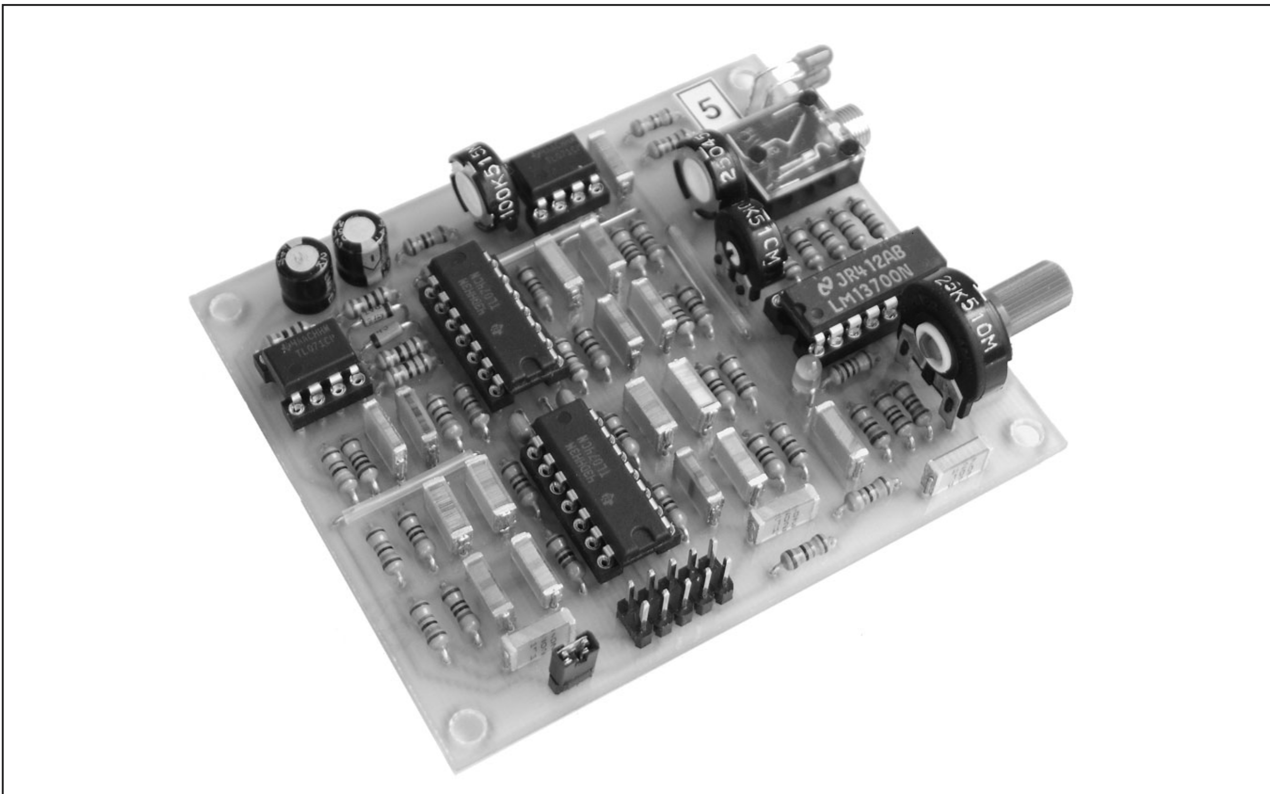
De print is enkelzijdig vandaar dat acht draadbruggen onvermijdelijk waren. Uit de onderdelenopstelling in figuur 4/2.29-9 blijkt dat de print vrij dicht bestukt is, maar de opbouw is heel goed te doen want alles past perfect. Eerst worden alle gaten met een 0,8 mm boortje geboord. Vanwege het grote aantal gaten is een hardmetalen boortje de beste keus. De gaten voor K1 worden met 1 mm opgeboord, de gaten voor alle potentiometers met 1,2 mm en de gaten voor BUS1 met 1,4 mm. Daarna worden de gaten voor BUS1 van bovenaf met een rondvijltje iets opgewerkt tot BUS1 klemmend past. Tot slot worden de bevestigingsgaten met 3,2 mm opgeboord.

Als eerste worden de 8 draadbruggen gemonteerd. Over B4 en B7 hebben we vooraf kousjes gekrompen om de kans op sluiting te minimaliseren. Dan worden de IC-voetjes gemonteerd. Daarna worden alle 100 nF ontkoppelcondensatoren gemonteerd. Sommige zitten in de IC-voeten om de verbindingen zo kort mogelijk te houden. Bij onze 14-pens voetjes moesten de middenbruggen worden verwijderd. Dan is de beurt aan de weerstanden. Dat zijn 1% weerstanden die tegenwoordig vrij weinig kosten (o.a. bij Conrad). Het aflezen van de waarde is wat lastig omdat de kleurringen smal zijn. In geval van twijfel meten! Dan worden alle overige onderdelen gemonteerd behalve de filtercondensatoren. De draden van de twee rode LED's 1 en 2 worden haaks omgebogen, zodanig dat het hart van LED2 3,5 mm en dat van LED1 7,5 mm boven de print uitsteekt. De toppen ervan steken ongeveer 4 mm buiten de rand van de print. Zo passen ze in de frontplaat van de vocoder.

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen

	frequentie	frequentieband	C2,C3,C9,C10	C4,C5,C11,C12	C6,C7,C13,C14	C15,C17	C16
Unit 1	267	184 - 387	100 nF	56 nF	68 nF	330 nF	33nF
Unit 2	560	387 - 828	47 nF	27 nF	33 nF	150 nF	15 nF
Unit 3	1230	828 - 1806	22 nF	12 nF	15 nF	68 nF	6,8 nF
Unit 4	2660	1806 - 3860	10 nF	5,6 nF	6,8 nF	68 nF	6,8 nF
Unit 5	5600	3860 - 8104	4,7 nF	2,7 nF	3,3 nF	68 nF	6,8 nF

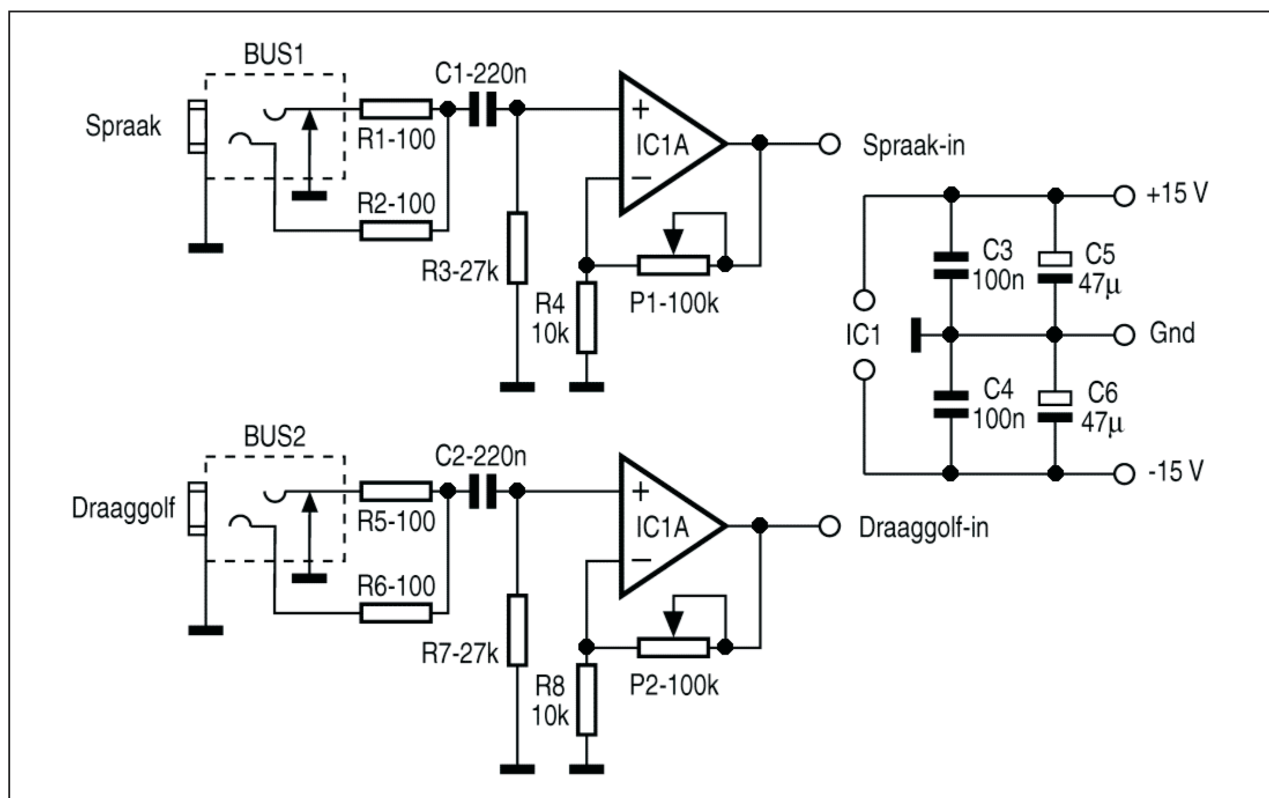
Figuur 4/2.29-10: De waarde van de frequentiebepalende condensatoren in de vijf units.



Figuur 4/2.29-11: Een kant-en-klare unit van onze vocoder. In totaal moet u vijf van dergelijke printjes bouwen.

Tot nu toe zijn alle vijf vocoderprinten nog precies gelijk, door het monteren van de filtercondensatoren krijgen ze ieder een frequentieband toegewezen.
Door ons zijn MKT (MKH) condensatoren toegepast. Dat zijn ongeïsoleerde condensatoren die vrij klein zijn en een tolerantie hebben van 5%. Tóch is het aan te raden alle condensatoren na te meten, alleen dan is men er zeker van dat de filters naar behoren werken. In tabel van figuur 4/2.29-10 staan de condensatorwaarden voor de vijf units met de centrale frequenties en de banden die bestreken worden.
De kantelfrequentie van het laagdoorlaat filter van unit 1 is 100 Hz. Voor de andere units kan de kantelfrequentie eenvoudig worden bepaald uit de (omgekeerde) verhouding van de capaciteit tot die van unit 1.
In eerste instantie hadden de laagdoorlaat filters een steeds oplopende kantelfrequentie, maar uit experimenten bleek het beter om die vanaf unit 3 op 485 Hz te houden.

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen



Figuur 4/2.29-12: Het schema van de voorversterker.

Voorzie de vocoder units van een stickertje zodat u direct weet wat het nummer van de unit is. Figuur 4/2.29-11 laat een kant-en-klare unit zien, in dit geval unit 5. Hier wordt de spraakinjectie van afgetapt, vandaar de jumper op JP1.

Opmerking

In dit stadium is het misschien een goed idee om op een stukje bandkabel een opzetconnector te persen en het open einde op de voedingsspanningen aan te sluiten. Dan kunnen met een audiotester de frequentiekarakteristieken van alle filters worden gemeten. Die moeten er (ongeveer) uitzien als in figuur 4/2.29-5. Zonder ingangssignaal moet het mogelijk zijn om met P1 de spanning op de centrale pen (de punt) van de jackplug in BUS1 af te regelen op 0 V. Door P2 te verdraaien kunt u de groene LED laten doven en oplichten. Stel P2 zo in dat de LED ook in het donker juist niet brandt. Stel P3 zo in, dat de uitgangsspanning van A12 0 V bedraagt zonder ingangssignalen. Later volgt de precieze afregeling.

De voorversterker

De voorversterker voor de spraak en de draaggolf, zie figuur 4/2.29-12, is voorzien van regelaars P1 en P2 waarmee de versterking kan worden ingesteld van 1x tot 10x. Daardoor kunnen vrijwel alle signaalbronnen worden aangesloten. Bij 1x wordt het ingangssignaal onveranderd aan de vocoder units doorgegeven hetgeen nuttig kan zijn bij metingen.
Als er geen jackplug in een BUS zit wordt de ingang automatisch met de massa verbonden, dat vergemakkelijkt de afregeling.

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen

ONDERDELENLIJST INGANGSPRINT

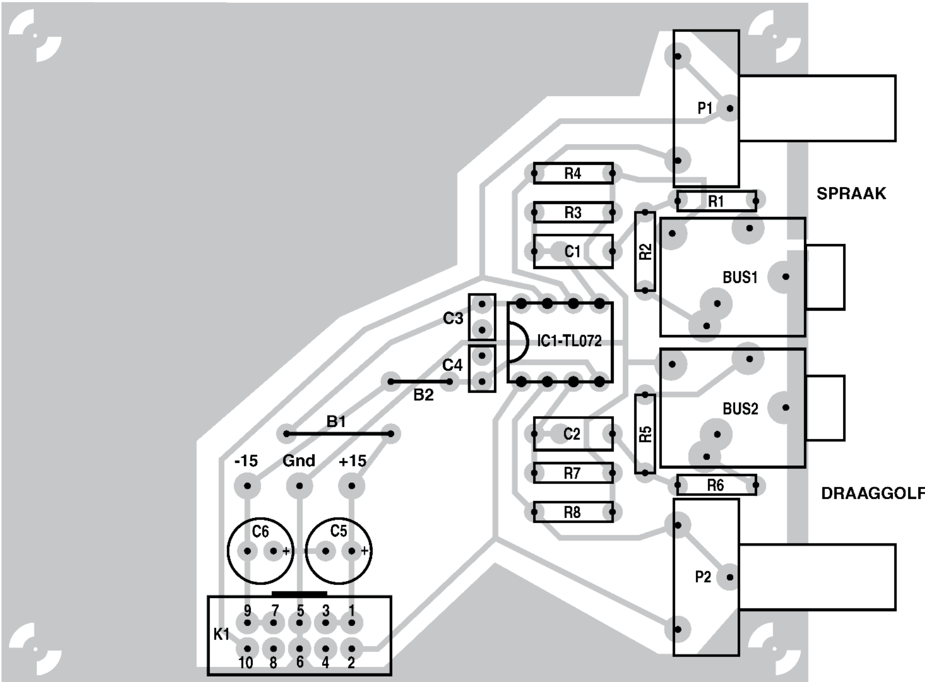
WEERSTANDEN, 1% METAALFILM, 0,25 W
R1,R2,R5,R6 . . . . 100 Ω
R3,R7 . . . . 27 kΩ
R4,R8 . . . . 10 kΩ

INSTELPOTENTIOMETERS, PIHER PT15NH MET KARTELKNOP EN INSTEEK-AS LANG 18,2 mm
P1,P2 . . . . 100 kΩ

CONDENSATOREN
C1,C2 . . . . 220 nF MKT (MKH) RM7,5 of RM5
C3,C4 . . . . 100 nF 50 V RM2,5, multilayer
C5,C6 . . . . 47 µF 25 V, staand RM2,5, 6 x 7 mm

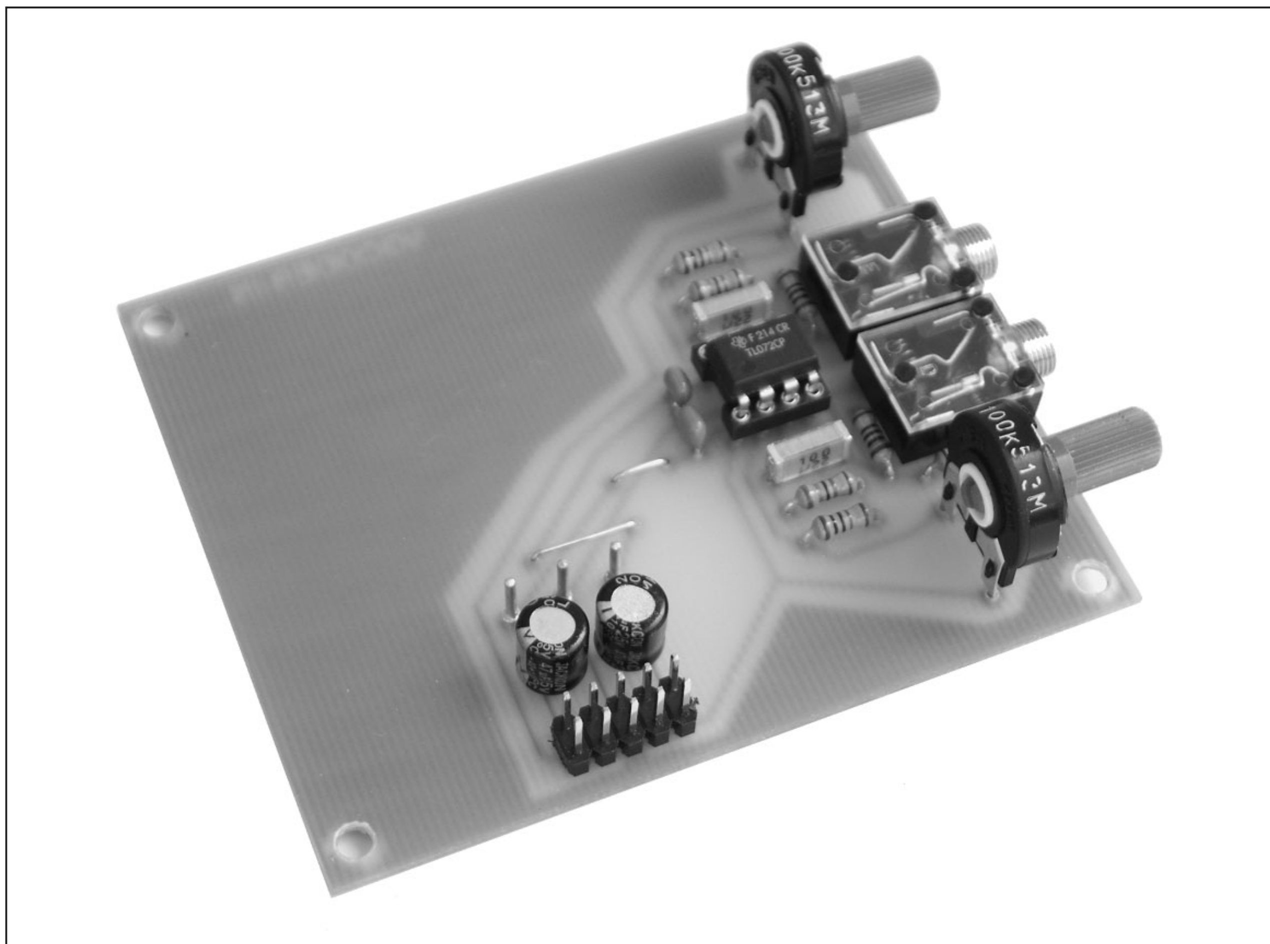
HALFGELEIDERS
IC1 . . . . TL072

DIVERSEN
1 . . . . precisie IC-voet 8 pens met buscontacten
1 . . . . printheader 2 x 5, RM2,54
1 . . . . `opzetconnector 2 x 5, RM2,54 female voor bandkabel
2 . . . . stereo printstekerbus 3,5 mm met schakelcontact
2 . . . . stereo jackplug 3,5 mm
4 . . . . afstandbout M3 binnen/buiten SW 5,5 mm, lengte 25 mm
2 . . . . draadbruggen



Figuur 4/2.29-14: De componentenopstelling van de voorversterker.

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen



Figuur 4/2.29-15: De kant-en-klare voorversterker print.

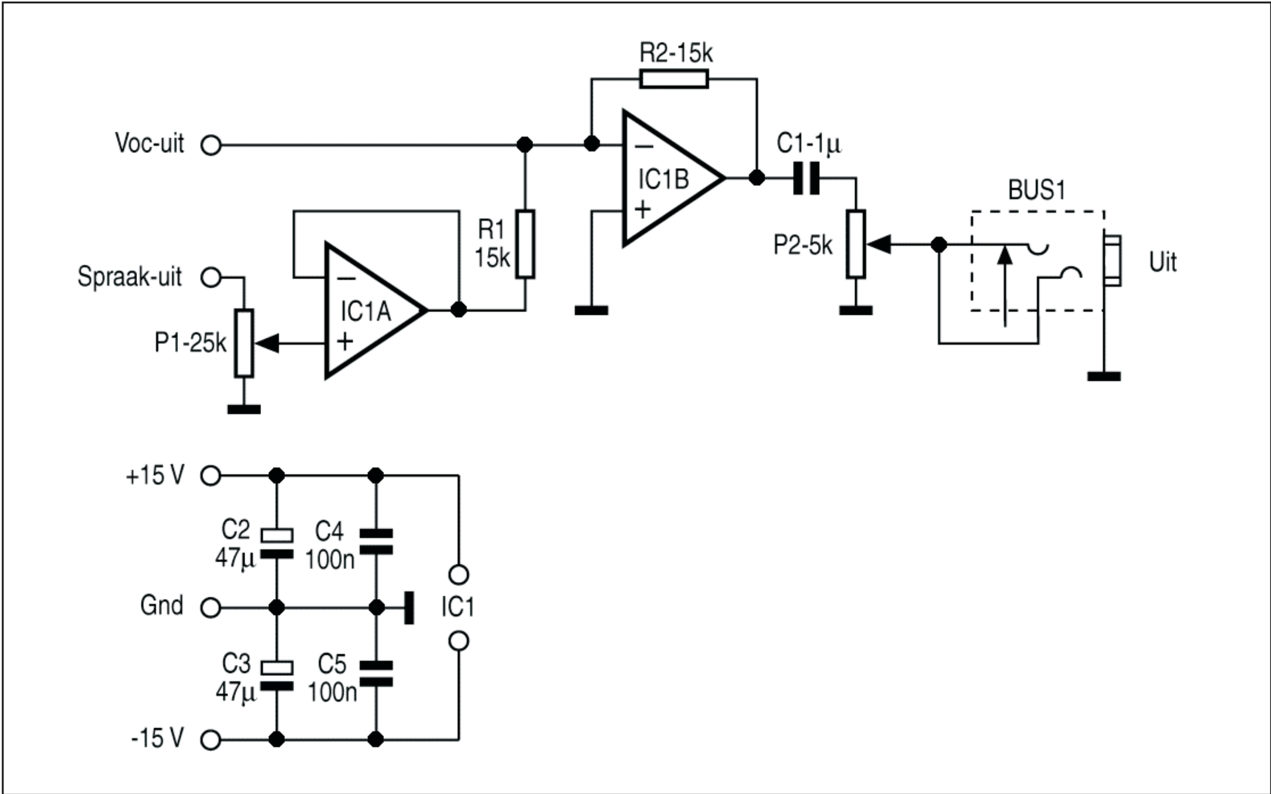
Figuur 4/2.29-13 geeft de print lay-out van de voorversterker en figuur 4/2.29-14 de onderdelenopstelling. Ook hier worden eerst alle gaten met 0,8 mm geboord en vervolgens opgeboord zoals beschreven bij de vocoder unit. Er zijn twee draadbruggen en er zijn drie printpennen voor de voedingsspanningen. De bouw wijst zich verder zelf, figuur 4/2.29-15 laat de kant-en-klare voorversterker zien.

De uitgangsversterker

De uitgangsversterker, voorgesteld in figuur 4/2.29-16, is opgebouwd met twee op-amp's. IC1A is een buffertrapje voor het spraaksignaal met een regelaar voor de "injectiesterkte". Meestal staat deze regelaar vrij laag. Via R1 wordt de spraak aan de sommeerversterker IC1B toegevoerd. De vocoder units zijn al uitgerust met sommeerweerstanden zodat het punt Voc-uit van de "bus" direct op het virtuele nulpunt kan worden aangesloten. Via sterkteregelaar P2 is het uitgangssignaal op BUS1 beschikbaar. De uitgang is laagohmig genoeg om vrijwel alle ingangen aan te kunnen sturen.

Figuur 4/2.29-17 geeft de print lay-out van de uitgangsversterker en figuur 4/2.29-18 de onderdelenopstelling. Ook hier worden eerst alle gaten met 0,8 mm geboord en vervolgens opgeboord zoals beschreven bij de vocoder unit.

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen



Figuur 4/2.29-16: Het schema van de uitgangsversterker.

ONDERDELENLIJST UITGANGSPRINT

WEERSTANDEN, 1% METAALFILM, 0,25 W
R1,R2 . . . . . 15 kΩ

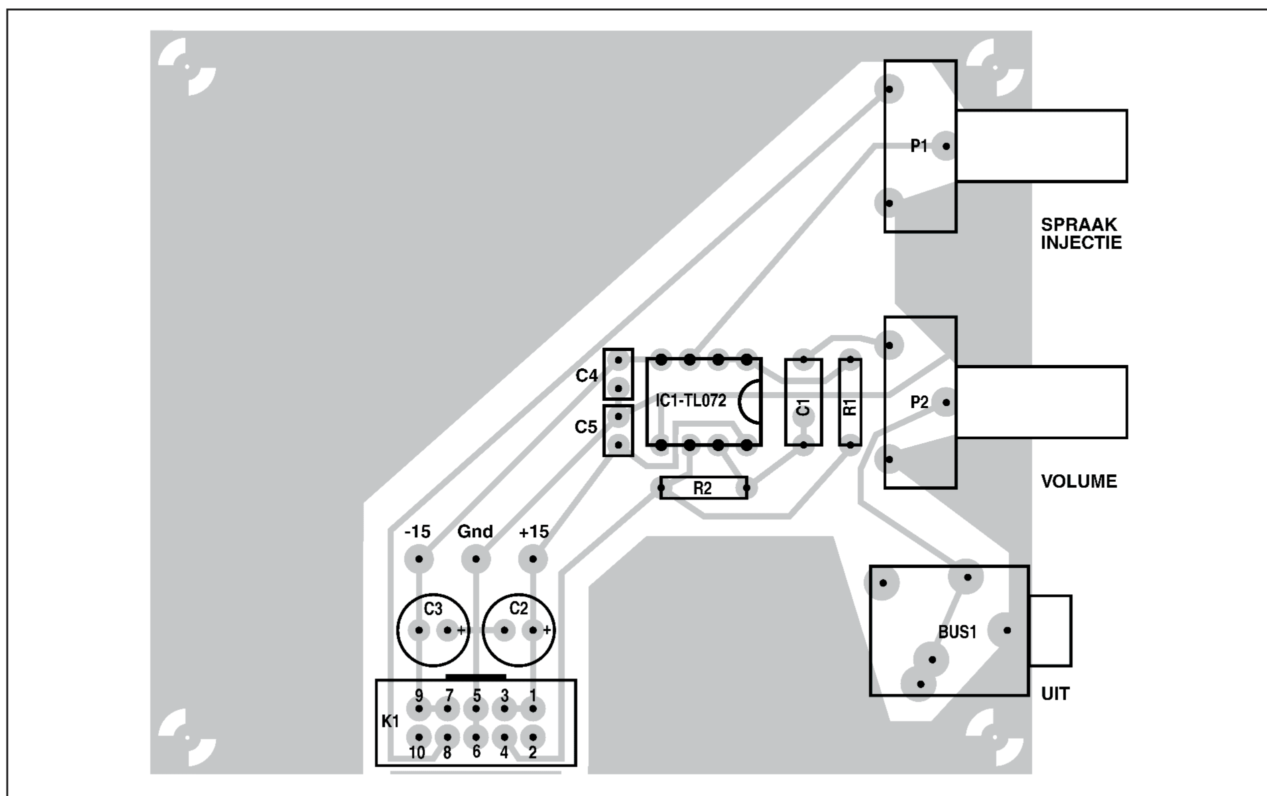
INSTELPOTENTIOMETERS, PIHER PT15NH MET KARTELKNOP EN INSTEEK-AS LANG 18,2 mm
P1 . . . . . 25 kΩ
P2 . . . . . 5 kΩ

CONDENSATOREN
C1 . . . . . 1 µF MKT (MKH) RM7,5 of RM5
C2,C3 . . . . . 47 µF 25 V, staand RM2,5, 6 x 7 mm
C4,C5 . . . . . 100 nF 50 V RM2,5, multilayer

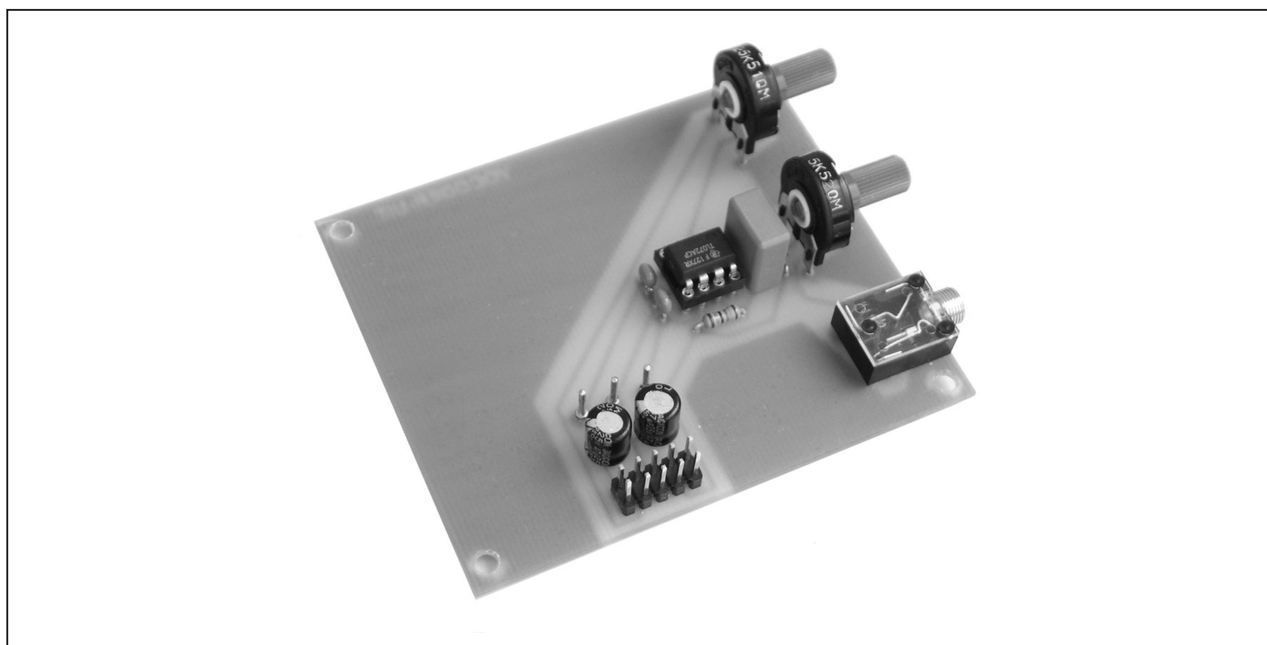
HALFGELEIDERS
IC1 . . . . . TL072

DIVERSEN
1 . . . . . precisie IC-voet 8 pens met buscontacten
1 . . . . . printheader 2 x 5, RM2,54
1 . . . . . opzetconnector 2 x 5, RM2,54 female voor bandkabel
1 . . . . . stereo printstekerbus 3,5 mm met schakelcontact
1 . . . . . stereo jackplug 3,5 mm
4 . . . . . afstandbout M3 binnen/buiten SW 5,5 mm, lengte 25 mm

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen



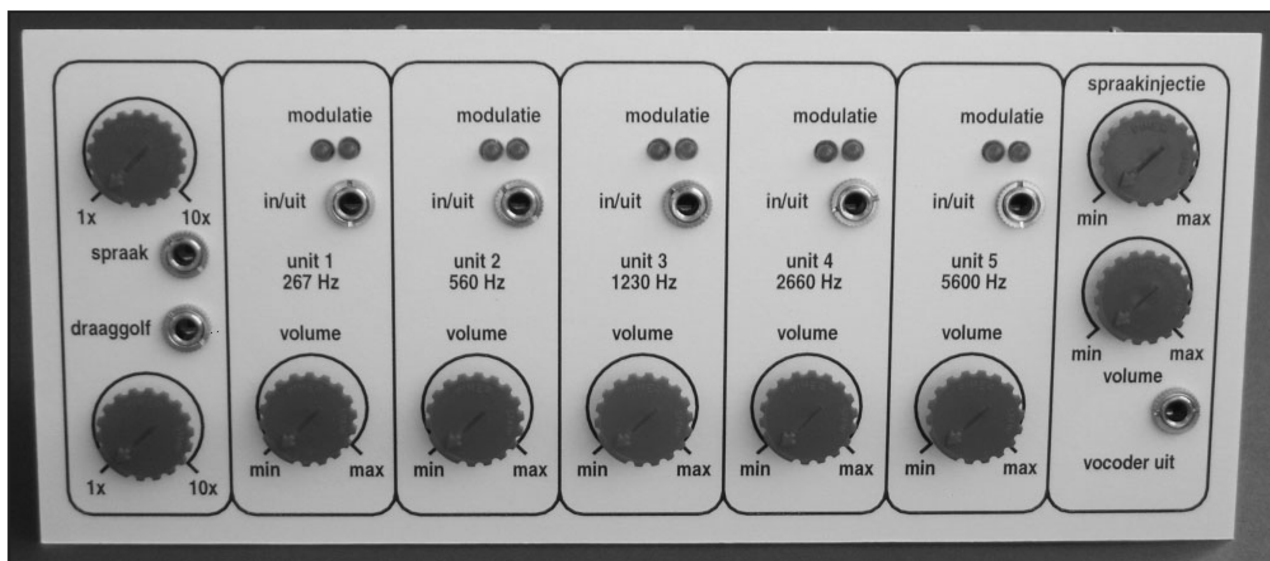
Figuur 4/2.29-18: De componentenopstelling van de uitgangsversterker.



Figuur 4/2.29-19: Het proto-type van de uitgangsversterker.

Er zijn drie printpennen voor de voedingsspanningen. De bouw wijst zich verder zelf, figuur 4/2.29-19 laat de kant-en-klare uitgangsversterker zien.

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen



Figuur 4/2.29-20: Het frontplaatje van de vocoder mét de gemonteerde printencombinatie.

De samenbouw
Alle printen worden op elkaar gestapeld met gebruikmaking van afstandbouten M3, binnen/buiten SW 5,5 en met een lengte van 25 mm. Onder iedere afstandbout is een ringetje met een dikte van 0,5 mm gelegd. Op de bandkabel worden de zeven opzetconnectoren geperst, een onderlinge afstand van 7 cm is prima en bij de eindconnectoren wordt de bandkabel afgeknipt. De voeding loopt via de printpennen. Figuur 4/2.29-6 geeft het eindresultaat van alle inspanningen.
Voor de vocoder is een frontplaat ontworpen, die het apparaat een professioneel aanzien geeft, zie figuur 4/2.29-20. De frontplaat kan worden ontworpen met FrontDesigner van Abacom (www.vego.nl/abacom) en worden afgedrukt en op een plaatje ABS (dik 1 mm) worden gelijmd. De gaten voor de insteek assen en voor de bussen zijn 6 mm en voor de LED's 4 mm in diameter. Boren is geen goed idee, de enige goede manier is ponsen. Het kan nodig zijn de gaten iets op te ruimen, om de assen wrijvingsloos te laten draaien. Als het frontplaatje te smal is kunnen ringen weg worden genomen, is het te breed, dan kunnen extra opvulringen worden gebruikt. Bij het prototype paste alles in een keer. De frontplaat zit vast door de moeren op de bussen.
In de insteek assen zijn de kartelknoppen gedrukt. Ze zijn daar wel niet voor ontworpen maar het gaat prima. Als de pijlen zijn uitgericht moeten ze stevig worden aangedrukt, dan slippen ze niet. Er zijn ook langere insteekassen verkrijgbaar, dan kunnen gewone knoppen worden gebruikt. Gebruik spantang knoppen, door knoppen met schroeven worden de insteekassen beschadigd.

De patch snoertjes
Met patch snoeren kunnen frequentiebanden worden verwisseld. Dan kan een stem als Donald Duck klinken, maar omdat er maar vijf kanalen zijn is het effect niet overweldigend. Van het huis van de jackplug wordt het versmalde deel voor de opvang van het snoer afgesneden. De opening wordt opgeruimd tot er een

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen

2,6 mm bus klemmend in past. In de zijkant van het huis, dicht bij de snoeropening, wordt een 3 mm gat geboord. Aan de puntaansluiting wordt een soepel snoertje gesoldeerd met een lengte van circa 18 cm. Aan de cilinderaansluiting wordt een kort snoertje gesoldeerd, 5 cm is voldoende.

Beide snoertjes worden door het snoergat van het huis gevoerd waarna het huis op de plug wordt geschroefd. Dan wordt het lange snoer door het 3 mm gat naar buiten gevoerd en het korte snoer op ongeveer 1 cm afstand van het huis afgeknipt. Het korte snoer wordt verbonden met een 2,6 mm bus, die dan in het huis wordt gedrukt en met een druppeltje (dunne) CA-lijm wordt vastgezet. Aan het lange snoertje komt een 2,6 mm stekker.

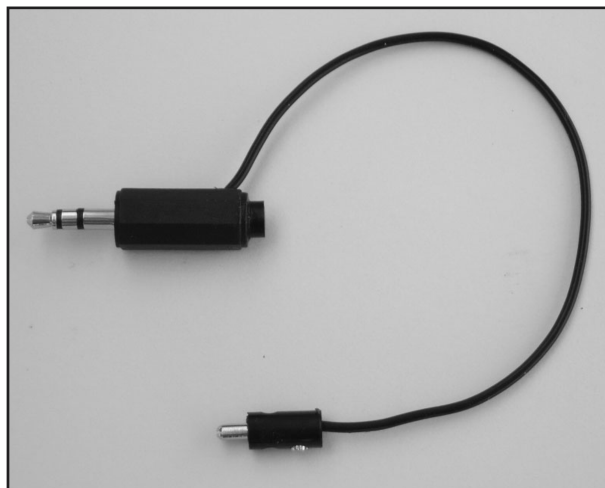
Deze patch snoeren zijn sneller gemaakt dan beschreven. Figuur 4/2.29-21 laat zien hoe zo'n patch-snoertje er uitziet. Bussen en stekkers van 2,6 mm worden bij modelspoor gebruikt, ze zijn onder andere verkrijgbaar bij Conrad.

Afregeling

Er zijn drie dingen die bij de vocoder units moeten worden afgeregeld:
– de nulspanning op de BUS;
– de stroombron;
– de balans van de VCA.

Nulspanning

De spraak- en draaggolfingangen blijven open, dan zijn ze automatisch met massa verbonden. In de BUS van unit 1 wordt een patchsnoer gestoken, tussen de busaansluiting en massa wordt een voltmeter aangesloten en met P1 wordt de spanning afgeregeld op 0 V. Vervolgens worden de overige unit's op dezelfde manier afgeregeld.



Figuur 4/2.29-21: De constructie van de patch snoertjes.

Stroombron

Alle vocoder regelaars worden in de stand "minimaal" gezet en de uitgangsregelaar van de vocoder wordt op "maximaal" gezet. Op de uitgang van de vocoder wordt een versterker aangesloten en op de spraakingang wordt een sinustoon van 267 Hz gezet. De toongenerator van de reeds genoemde "AudioTester" kan hier goede diensten bewijzen. Dan wordt de volumeregelaar voor spraak ingesteld op 100% modulatie. Vervolgens wordt de volumeregelaar voor de draaggolf in dezelfde stand gezet, waarna de jackplug uit de spraakingang getrokken wordt en aangesloten wordt op de draaggolfingang. Dan wordt de vocoder regelaar van unit 1 opgedraaid. Als de testtoon steeds sterker klinkt, wordt P2 verdraaid tot de testtoon juist niet meer hoorbaar is. Als er bij het opdraaien van de vocoder regelaar geen toon hoorbaar wordt, moet P2 worden verdraaid tot de toon hoorbaar wordt en dan terug tot de toon juist niet meer hoorbaar is. Herhaal de afregeling met de vocoder regelaar op "maximaal". Dan wordt de regelaar van unit 1 op "minimaal" gezet, de frequentie ingesteld

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen

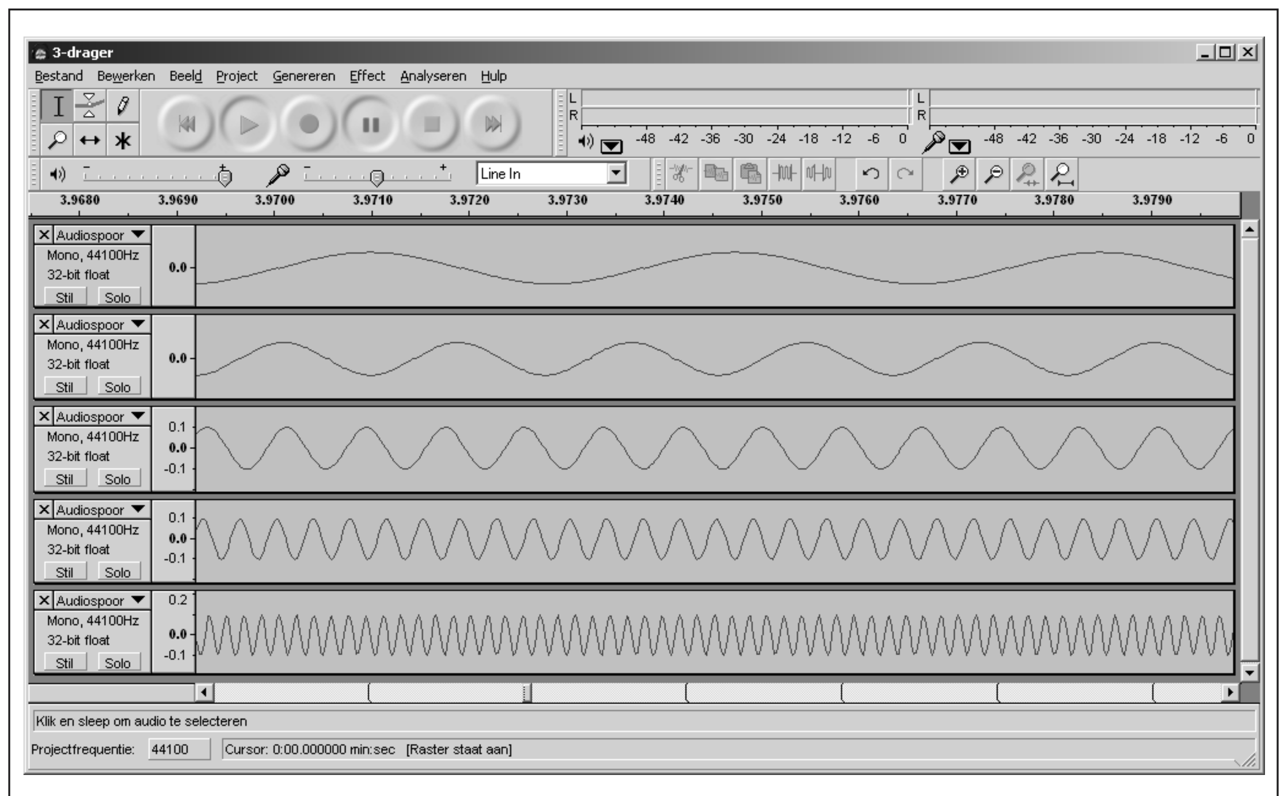
op 560 Hz en kan unit 2 worden afgeregeld. De overige unit's worden op dezelfde manier, met hun eigen frequentie, afgeregeld.

VCA-balans
De offsetspanning van de OTA's is enigszins afhankelijk van Iabc, daarom is het het beste om deze op het gehoor af te regelen. Een geschikte geluidsbron is "2_spraak.mp3" op onze internetsite (lees verder): "Mister Magoo, you may be blind but I can still see you!". Dit bestand kan in de toongenerator van de "AudioTester" worden gekozen en wordt na start steeds herhaald tot op stop wordt gedrukt. De toongenerator wordt op de spraakingang aangesloten en de sterkteregelaar opgedraaid tot de modulatie-indicatoren voldoende signaal aangeven. Dan wordt de regelaar van unit 1 op "maximaal" gezet en alle andere vocoder regelaars op "minimaal". P3 van unit 1 wordt nu ingesteld op minimale geluidssterkte. Vervolgens wordt de regelaar van unit 2 opengedraaid en alle andere vocoder regelaars dichtgezet en kan unit 2 worden afgeregeld, enzovoort. Het is niet mogelijk om het geluid helemaal weg te krijgen, maar wel kan het voldoende zwak worden gemaakt om niet echt storend meer te zijn.

Gebruik van de vocoder
Het analyzer deel van de vocoder is eigenlijk een eenvoudige spectrum analyzer voor audiofrequenties. We waren heel nieuwsgierig naar het geluid dat daar uit kwam. De uitgangen van de bussen van de patchsnoertjes hebben we daarom via serieweerstanden van 10 kΩ verbonden met de ingang van de versterker. Op de spraakingang hebben we "2_spraak.mp3" gezet, te downloaden van onze internetsite. Het resultaat leek nog het meest op een onverstaanbaar binnensmonds gemompel. Verbazingwekkend dat hieruit een duidelijk verstaanbaar "stemgeluid" kan worden gereconstrueerd!
De vocoder is in feite alleen bruikbaar met een menselijke stem, waarschijnlijk omdat we daaraan zo gewend zijn. Zelfs in een omgeving met veel geroezemoes kunnen we een stem er goed uitfilteren. Dat is nu juist iets dat een vocoder niet kan. De spraak moet volkomen vrij zijn van bijgeluiden en er moet duidelijk worden gesproken. Daarom worden bij optredens met publiek speciale microfoons gebruik waarmee storende bijgeluiden kunnen worden verminderd.

Audacity
Een zeer geschikt programma om met de vocoder te experimenteren is het programma "Audacity" dat van http://audacity.sourceforge.net kan worden gedownload. Met "Audacity" kunnen de stereokanalen van de geluidskaart als aparte kanalen worden gebruikt. Daarom is het handig om een snoertje te maken met aan één kant een stereo jackplug voor de geluidskaart en aan de andere kant twee jackpluggen voor respectievelijk het linker en het rechter kanaal. De jackplug die is verbonden met de punt van de stereoplug is het rechter kanaal. De in- en uitgangen van de vocoder zijn weliswaar stereo bussen waarin stereo pluggen moeten, maar de signalen zijn mono.
Met ruis als drager klinkt de vocoder rauw, maar met een combinatie van zuivere tonen is de klank heel aardig. Zo'n combinatie kan met "Audacity" heel eenvoudig worden gemaakt, zie figuur 4/2.29-22.

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen



Figuur 4/2.29-22: Het maken van een samengesteld signaal met “Audacity”.

Onder project kiest u “nieuw audiospoor”, een leeg spoor verschijnt. Dan kiest u onder “genereren” sinustoon en vult in 267 Hz met sterkte 0,1. Dit wordt herhaald voor 560 Hz, 1.230 Hz, 2.660 Hz en 5.600 Hz. De sporen kunnen afzonderlijk en in iedere gewenste combinatie worden beluisterd. Door ze te exporteren als WAV-bestand wordt er een enkelvoudig bestand van gemaakt, dat in “Audacity” kan worden geopend en eventueel versterkt kan worden. Dit kan dan als linker kanaal worden ingesteld. Een spraakbestand kan door middel van kopiëren en plakken worden geïmporteerd en als rechter kanaal worden ingesteld. Nu kunnen de kanalen als ingangssignalen voor de vocoder worden gebruikt. Dit klinkt veel beter dan ruis; een beetje carillon-achtig. Als de ingangen per ongeluk verwisseld worden, is er gewone spraak te horen (tot schrik van uw auteur, die dacht dat al zijn werk voor niets was geweest!).

Besluit
Een kanaal-vocoder is een vocaal hulpmiddel met een eigen karakter en dat is waarschijnlijk de reden waarom veel musici en toetsenisten er nog altijd gebruik van maken.

Belangrijkste gegevens
– voedingsspanning:
  +15 V en -15 V (beide gestabiliseerd)
– stroomverbruik:
  +200 mA en -200 mA
  per vocoder unit: +35 mA en -35 mA
– ingangsimpedantie:
  27 kΩ
– ingangsgevoeligheid spraak voor 100% modulatie:

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen

versterking 1x: 3,5 V_{eff}
versterking 10x: 0,35 V_{eff}
- maximale uitgangsspanning bij 100% modulatie:
  3 V_{eff}
- ingangsgevoeligheid draaggolf voor 3 V_{eff} uit:
  1,5 V_{eff}
- versterking draaggolf bij 100% modulatie en volume 50%:
  1x
- uitgangsimpedantie:
  2,5 kΩ

(Alle gevoeligheden gemeten met zuivere sinusspanning)

Geluidssamples op onze internetsite
Op onze internetsite
www.hobbyelektronica.nu
staan drie geluidsvoorbeelden op de pagina “Softwareservice”, die u kunt selecteren in het linker frame van de homepage.
Zo vormen:
1_spraak.mp3;
1_drager.mp3;
1_vocuit.mp3,
geluidsvoorbeeld één. ”vocuit.mp3” is steeds het uitgangssignaal van de Vocoder.
Voorbeeld drie is een bericht dat steeds wordt herhaald met als drager muziek afkomstig van een Mahjong spel. Het effect is bijna hypnotisch, het zou ons niet verbazen als vocoders voor therapeutische doeleinden gebruikt zouden kunnen worden.

Bob Stuurman

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen

HOE MAAKT U DEZE PRINTEN?

OPTIE 1: zelf maken

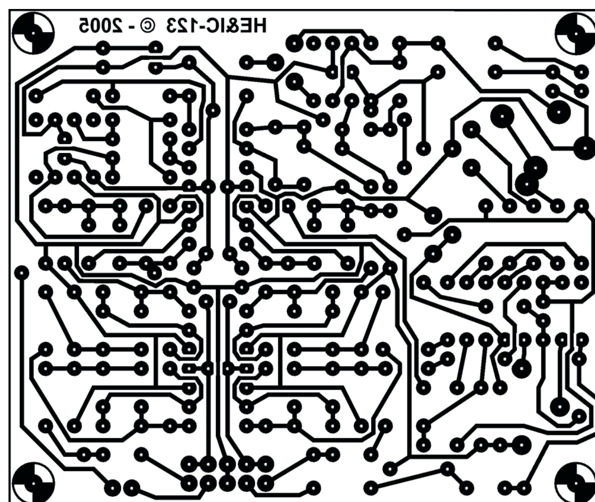
U scant deze pagina en drukt deze met een inkjet-printer af op A4 formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

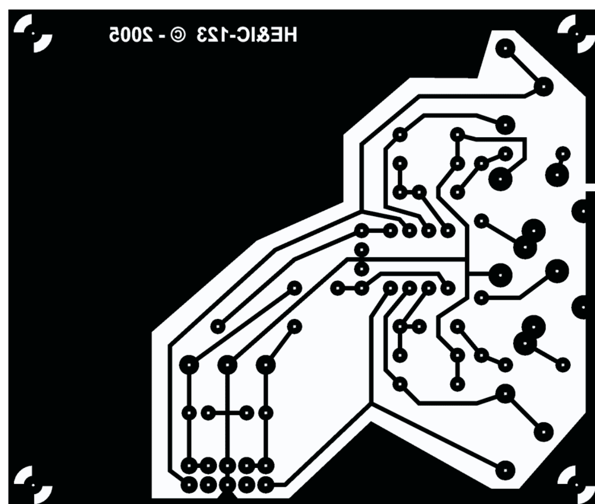
OPTIE 2: via Internet

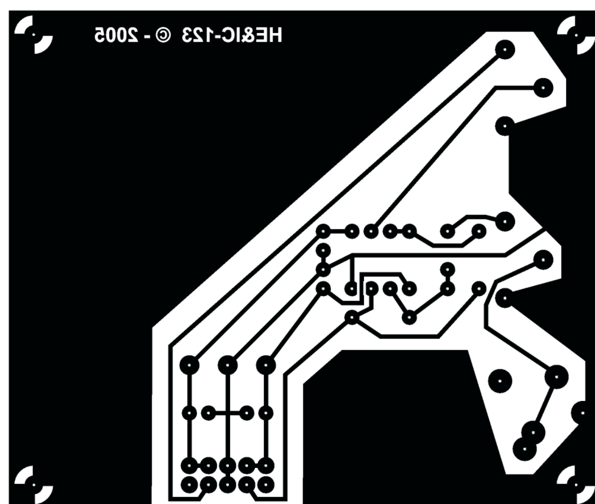
Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie “Printservice”. In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeldbewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

OPTIE 3: bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post het printontwerpje op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.







Figuren 4.2.29-8, -13 en -17:
De printen voor de schakeling.

2.29 Eenvoudige vocoder: laat uw stem een gitaar doen zingen

4/7

De bouw van meet-apparatuur

Algemeen

Analoge meters

Digitale meters

Digitale testers

4/7.12 Logische tester
(verschenen in de 27e aanvulling)

4/7.23 Stroomsonde voor foutzoeken in digitale schakelingen
(verschenen in de 48e aanvulling)

4/7.28 Acht bit hexadecimale indicator
(verschenen in de 64e aanvulling)

Educatieve apparatuur

4/7.21 Universele TTL-experimentator
(verschenen in de 41e aanvulling)

4/7.43 Een universele analoge trainer
(verschenen in de 115e aanvulling)

Hoogfrequent apparatuur

4/7.1 VHF/UHF-hoogfrequent generator met AM- en FM-modulatie
(verschenen in het 1e basiswerk)

4/7.2 Een nauwkeurige dBm-meter voor HF-metingen
(verschenen in het 1e basiswerk)

4/7.4 Een actieve hoog-impedante HF-tastkop
(verschenen in de 1e aanvulling)

4/7.7 Een ijk-generator voor gelijkspanning en HF wisselspanning
(verschenen in de 3e aanvulling)

4/7.24 Griddip-meter voor 375 kHz tot 71 MHz
(verschenen in de 52e aanvulling)

4/7.33 Kristal-tester met LED-indicatie
(verschenen in de 77e aanvulling)

Laagfrequent apparatuur

4/7.3 Een laagfrequent mV-meter
(verschenen in de 1e aanvulling)

4/7.8 Testgenerator voor het afregelen van de voormagnetisatie bij bandrecorders
(verschenen in de 4e aanvulling)

Signaalgeneratoren

4/7.44

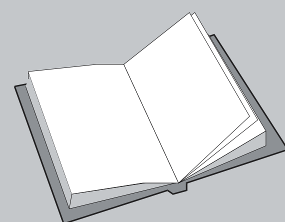
Heel eenvoudige NPN transistor curvetracer

Inleiding
Het zal u, elektronica hobbyist, net zo vergaan als ons. In de uw “lijkenkist” liggen misschien wel honderden oude transistoren, ooit gebruikt voor schitterende projecten die echter de tand des tijd niet hebben doorstaan en weer uit elkaar zijn gesoldeerd. Meestal zal het hierbij gaan om laag en medium vermogen NPN transistoren, zoals BC107’s, het oeroude en nog steeds universele “werkpaardje van de elektronica”. Prachtige transistoren waren dat, dank zij hun lange pootjes goed te solderen in spinneweb-opstellingen en dank zij hun metalen behuizing zo goed als onverwoestbaar. Zelfs een gloeiend hete BC107 doet het, na afkoeling, vaak weer zonder problemen.

Supereenvoudige curvetracer
Als u zin heeft om die oude rotzooi eens en voor altijd uit te sorteren en op te ruimen, komt de in dit hoofdstuk beschreven schakeling goed van pas. De enige voorwaarde is dat u een scope in huis heeft, die u in X/Y-modus kunt schakelen, dus waarbij u de tijdbasis kunt uitschakelen. Deze supereenvoudige en goedkope transistor curvetracer kunt u namelijk volledig opbouwen uit onderdelen die u in de reeds genoemde lijkenkist zult vinden. Veel pretenties heeft het apparaatje niet, maar het doet precies wat het moet doen: de voornaamste karakteristiek, namelijk de $I_c = f(U_{ce})$-karakteristieken, op het scherm van uw scope zetten. Als die bundel grafieken er goed uitziet, dan weet u dat u de transistor zonder problemen in nieuwe schakelingen kunt gebruiken.

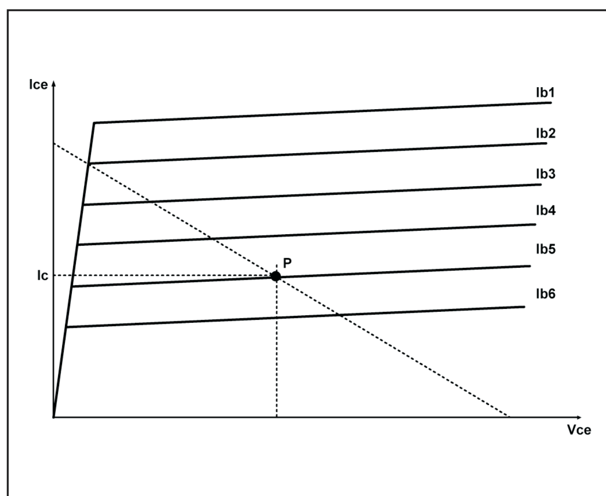
Statisch testen van transistoren
Er zijn universeelmeters op de markt, waarmee u ook transistoren kunt testen. Meestal herleidt deze test zich tot een eenvoudige statische controle van de transistor in één werkpunt P, zie figuur 4/7.44-1. U stuurt een constante basisstroom in de transistor en leest de overeenkomstige collectorstroom af op uw universeelmeter. Uit de verhouding van beide stromen volgt de versterkingsfactor, die intelligente meters voor u bere-

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/11.1
Hoofdstuk 3/11.2
Hoofdstuk 4/7.9
Hoofdstuk 5/7.14



7.44 Heel eenvoudige NPN transistor curvetracer

kenen en digitaal weergeven. Voor nieuwe transistoren is deze controle meestal voldoende, maar in uw lijkenkist zitten helaas exemplaren die door thermische mishandeling in hun jeugd zeer rare karaktereigenschappen hebben ontwikkeld. Het verzadigingsgebied is veel te groot, de karakteristieken verlopen niet vlak en verlopen niet evenwijdig en tenslotte is de doorslagspanning te laag.



Figuur 4/7.44-1: Het statisch testen van een transistor in één werkpunt van de ideale karakteristieken.

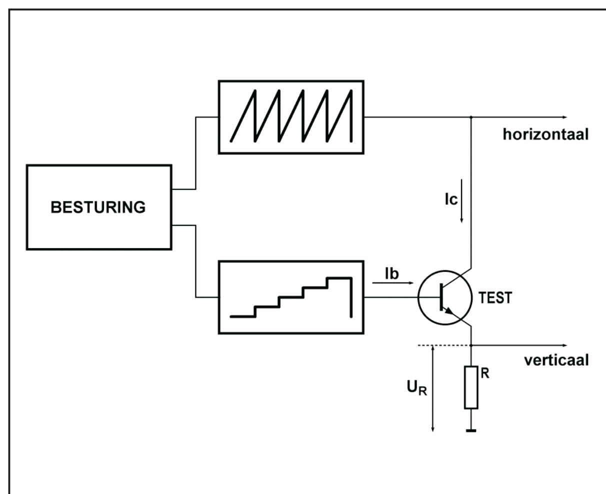
Het gekke is nu dat als we dit individu in de statische tester onderzoeken de kans bestaat dat er niets aan het handje lijkt te zijn. Als de door de basis vloeiende stroom en de transistorbelasting zo zijn dat de getekende belastingslijn ontstaat, dan wijst uw meter getrouw een I_c aan, die zelfs de meest veeleisende elektronicus tevreden doet glimlachen. De onderzochte transistor ontvangt een goedkeurend schouderklopje en belandt bij de reserves, wachtend op de dingen die komen. Groot is nadien het chagrijn en algemeen verdriet als de ingewikkelde schakeling die absoluut klaar moet zijn vertikt te doen wat van haar wordt verlangd.

Dynamisch testen van transistoren
De oplossing voor al deze problemen is een dynamische test op uw transistoren uit te voeren, waarbij de hele bundel $I_c = f(U_{ce})$-karakteristieken op het scherm van uw oscilloscoop zichtbaar wordt gemaakt. Het apparaat dat tot zulke dingen in staat is wordt aangeduid met de naam “transistor curve tracer”. Door de materiele welstand, waaronder de lage landen bij de zee om een of andere reden gebukt gaan, behoort de scoop bij vele niet-vaklui tot de standaarduitrusting van het hobbylab. Rest dus alleen een schakelingetje in elkaar te schroeven dat de te testen transistor ten voeten uit op het scherm van dit instrument uitbeeldt.

Het principe van een curve tracer
In eerste instantie moet u zich even concentreren op de bestudering van de $I_c=f(U_{ce})$-karakteristiek van figuur 4/7.44-1. Hoe zit zo’n ding in elkaar?
U stuurt een constante basisstroom door de transistor. Vervolgens laat u U_{ce} stapsgewijs variëren van nul tot maximum en noteert voor iedere waarde de vloeiende I_c. Daarna herhaalt u deze metingen met verdubbelde basisstroom en ijvert zo verder tot u de ganse bundel krommen heeft opgenomen.
Een tijdrovende klus die u met wat eenvoudige elektronica in één seconde kunt uitvoeren. Figuur 4/7.44-2 onthult ons hoe dit elektronisch is te verwezenlijken. Een stuurschakeling stuurt enerzijds een trapstroomgenerator en anderzijds een zaagtandspanninggenerator. Iedere keer dat een zaagtandcyclus is doorlopen, wordt de trapstroom één trede verhoogd. Na een bepaald aantal treden

7.44 Heel eenvoudige NPN transistor curvetracer

stort de trap in elkaar en herbegint het proces van voor af aan.



Figuur 4/7.44-2: Het algemeen principe van iedere transistor curve tracer.

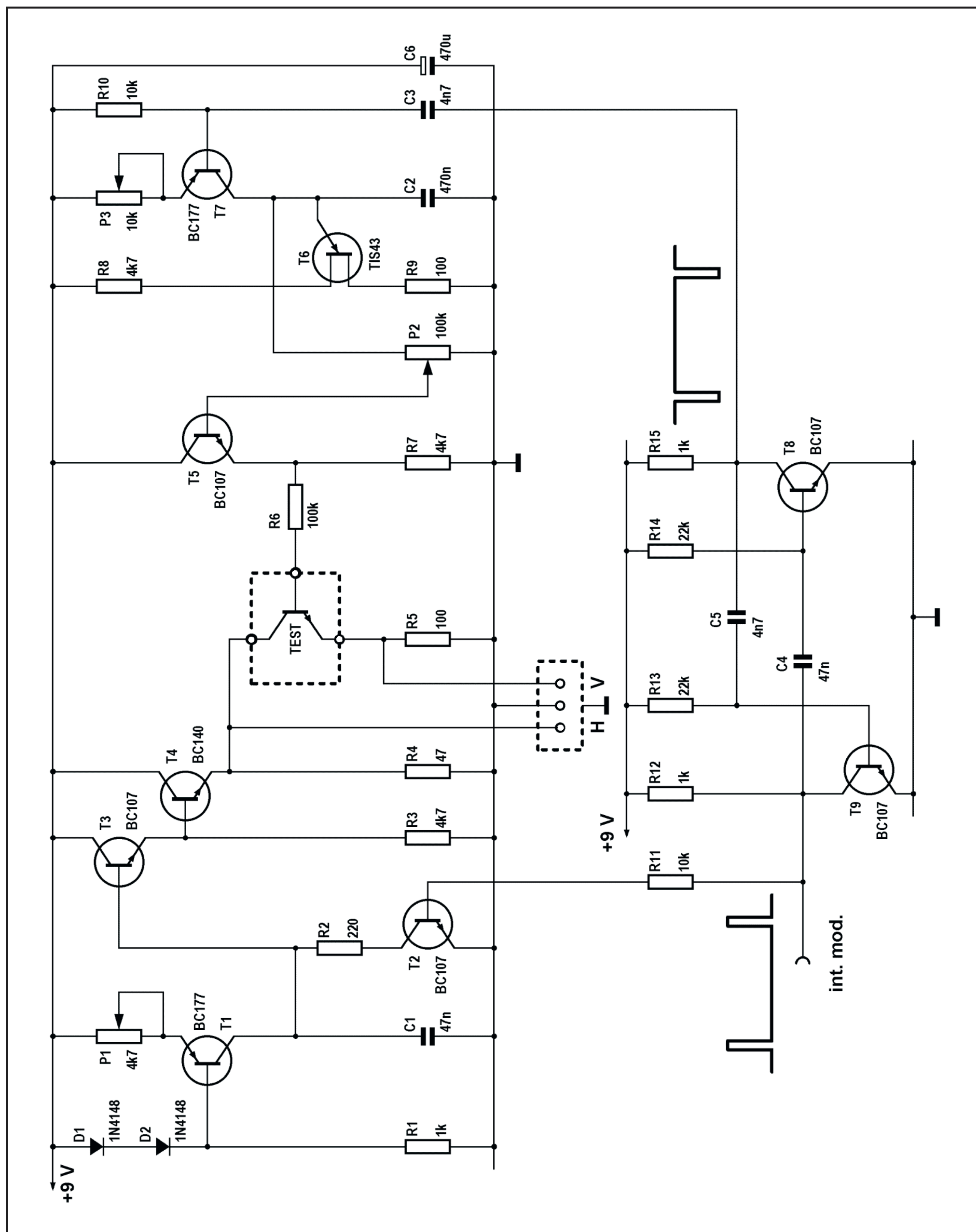
De zaagtand wordt gebruikt als U_{ce} en de trapstroom vloeit de basis in. De oscilloscoop verlangt van ons dat we hem voeden met U_{ce} en I_c. De collectorstroom kan natuurlijk niet rechtstreeks worden gemeten. Niet getreurd echter, we laten hem vloeien door een kleine emitterweerstand R. De spanning over deze weerstand is immers recht evenredig met de collectorstroom, zo vertelt de heer Ohm. Dus zijn we van alle moeilijkheden verlost als we deze U_r aan de verticale versterker aansluiten. De zaagtandspanning wordt rechtstreeks naar de horizontale versterker gestuurd.
De weerstand R moet zo klein mogelijk zijn, want:

– Anders zal de I_b een niet verwaarloosbare spanning over die R doen ontstaan en is de evenredigheid tussen I_c en U_R zoek.
– Anders zal er terugkoppeling ontstaan omdat de emitter op een vlottend potentiaal wordt aangesloten. De karakteristieken worden dan niet meer in geaarde emitterschakeling opgenomen, zoals het volgens het boekje dient te gebeuren.
– Anders wordt de horizontale afbuiging eveneens beïnvloed door U_R.

Opgemerkt moet worden dat deze moeilijkheden optreden omdat de heren oscilloscoopconstructeurs de onhebbelijke eigenschap bezitten hun horizontale en verticale versterkers van een gemeenschappelijk massapunt te voorzien.

Het volledig schema
De aandachtige lezer zal bij bestudering van figuur 4/7.44-3 opmerken dat slechts negen goedkope transistoren nodig zijn om zijn doodgewone X/Y-oscilloscoop tot een super de luxe transistor curve tracer om te bouwen.
De stuurkring bestaat uit een asymmetrische astabiele multivibrator, opgebouwd rond T9 en T8. Transistor T9 staat normaal in verzadiging ingesteld en bijgevolg is zijn U_c zeer laag. Bij het omklappen van de schakeling komt hij even in “cut off” toestand en wordt zijn collector positief. Op de collector van T9 ontstaan dus smalle positieve pulsjes. Zijn broertje T8 gedraagt zich, zoals de meeste broers, volledig tegendraads en levert smalle negatief verlopende impulsen af.
De zaagtandspanning ontspruit uit de samenwerking van T1 en T2. Transistor T1 is geschakeld als constante stroombron. Zijn basis wordt door twee dioden op een vaste spanning gehouden. De spanning over P1 zorgt ervoor dat de collectorstroom constant zal blijven. Zou de stroom stijgen, dan zal er over P1 meer spanning vallen, de emitter wordt minder positief en U_{be} daalt waardoor de transistor minder gaat geleiden en de I_c automatisch intoomt.

7.44 Heel eenvoudige NPN transistor curvetracer



Figuur 4/7.44-3: Het volledig schema van de schakeling.

7.44 Heel eenvoudige NPN transistor curvetracer

Deze constante stroom laadt C1 op. De spanning over C1 stijgt bijgevolg lineair. Om de zo begeerde zaagtand te verkrijgen volstaat het dus C1 periodiek te ontladen, welke taak T2 welwillend op zich neemt. Normaal is hij gesperd, zijn basis is immers via weerstand R11 aangesloten op de collector van de verzadigde T9. Als de AMV omslaat trekt T2 basisstroom, gaat sterk geleiden en ontfermt zich over de in C1 opgehoopte lading. R2 dient als stroombegrenzer. Na de positieve puls gaat T2 weer dicht en wordt C1 weer opgeladen.
Het tere zaagtandspanninkje over C1 moet nog wat sterker worden alvorens het goed wordt bevonden voor de dienst. T3 en T4 vormen twee emittervolgers en zorgen ervoor dat u uw zaagtand over R4 weervindt, maar nu in staat stroom te leveren aan de te testen transistor.
T4 moet worden voorzien van een koelster en R4 is een 1 W type. De potentiometer P1 laat toe de maximum waarde van U_{ce} in te stellen. Deze potentiometer beïnvloedt de laadstroom en dus ook de spanning over C1.
Over R5, ook een 1 W type, wordt een spanning afgetakt die evenredig is met I_c. De waarde hangt af van de gevoeligheid van de verticale versterker van de gebruikte scoop. Als u 10 Ω of 100 Ω kiest is het gemakkelijk de uitgelezen spanning op het beeldscherm om te rekenen in collectorstroom. Met R5 = 100 Ω correspondeert iedere gemeten 0,1 V namelijk met 1 mA.
Stelt zich nog het probleem van het opwekken van de trapstroom. Transistor T7 zorgt hiervoor, in nauwe samenwerking met C2. In normale omstandigheden is deze transistor gesperd. Als de AMV omslaat komt T8 zoals reeds geschreven in verzadiging. Er ontstaat een negatieve sprong op de collector. Deze smalle puls wordt gedifferentieerd door C3 en R10. Transistor T7 zal even stroom trekken en hierdoor een kleine lading op C2 plaatsen. Over C2 komt dus een kleine spanning te staan.
Bij de volgende toestandsverandering van de multi herneemt het proces zich en U_{C2} stijgt tot een nieuwe waarde. Iedere keer als de multi een puls levert, zal T7 even geleiden, wat een toename van spanning over de condensator tot gevolg heeft. Deze spanning stijgt dus trapvormig totdat de uni-junction T6 het welletjes vindt en doorslaat. C2 wordt volledig ontladen en de cyclus herhaalt zich.
Merk op dat voor C2 een grote condensator werd gekozen. Doet u dit niet, dan zal de lekstroom van de UJT de condensator een beetje ontladen, waardoor de basisstroom niet constant blijft gedurende het schrijven van een karakteristiek. Bovendien zullen de treden van de trapspanning niet allemaal even groot zijn.
De potentiometer P3 laat toe de grootte van de stroompuls in te stellen en dus ook het aantal treden van de trapspanning. Omdat iedere trap overeenkomt met één karakteristiek van de I_c=f(U_{ce})-bundel, laat P3 toe het aantal karakteristieken, dat op het scherm van de scoop zichtbaar wordt, in te stellen.
De trapspanning wordt via P2 naar een emittervolger gestuurd. Deze potentiometer moet hoogohmig zijn, weer om te beletten dat C2 wordt ontladen.
Op de emitter van V5 vindt u de trapspanning terug. De grootte van de treden en dus van I_b is in te stellen met P2. Deze spanning moet worden omgevormd tot een constante stroom. Zoals u weet heeft een constante stroombron een zeer hoge inwendige weerstand in vergelijking met de schakeling waarop

7.44 Heel eenvoudige NPN transistor curvetracer

ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, 1/4 W, 5 %

R1,R12,R15	1	kΩ
R2	220	Ω
R3,R7,R8	4,7	kΩ
R6	100	kΩ
R9	100	Ω
R10,R11	10	kΩ
R13,R14	22	kΩ

WEERSTANDEN, 1 W, 5 %

R4	47	Ω
R5	100	Ω

INSTELPOTENTIOMETERS, STAAND, 10x5 mm

P1	4,7	kΩ
P2	100	kΩ
P3	10	kΩ

CONDENSATOREN

C1,C4	47	nF	MKH
C2	470	nF	MKH
C3,C5	4,7	nF	MKH
C6	470	µF	16 V axiale elco

HALFGELEIDERS

D1,D2	1N4148
T1,T7	BC177
T2,T3,T5,T8,T9	BC107
T4	BC140
T6	TIS43

DIVERSEN

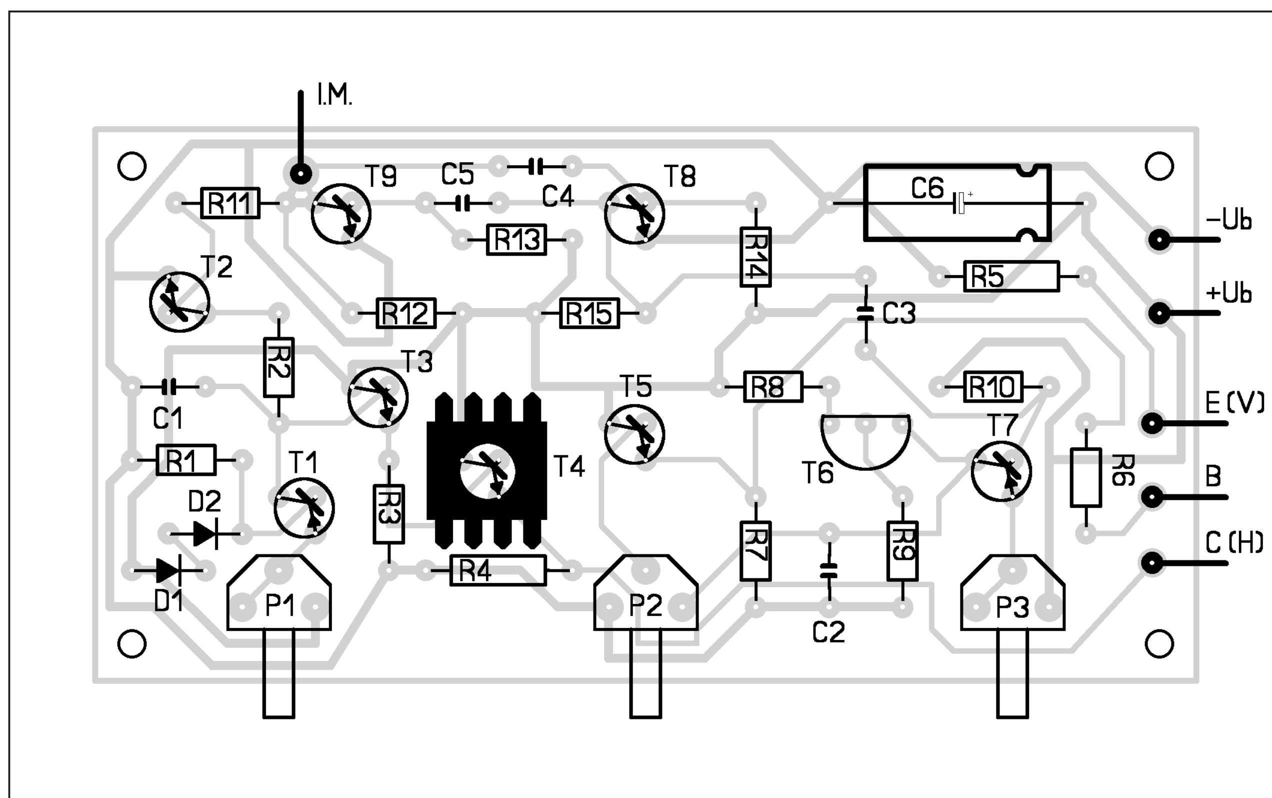
1	koelplaatje voor BC140
3	instelasje voor instelpotmeter
6	printsoldeerlipje

zij is aangesloten. Omdat de impedantie van een geleidende emitter/basis-junctie zeer klein is, zal met R6 gelijk aan 100 kΩ aan deze voorwaarde voldaan worden.

De bouw van de schakeling

Na deze kristalheldere uiteenzetting onzerzijds en een paar uren huisvlijt uwerzijds is uw curvetracer klaar voor de proefvlucht. Aan de hand van de printtekening van figuur 4/7.44-4 op de laatste pagina van dit hoofdstuk en de componentenopstelling van figuur 4/7.44-5 moet de bouw inderdaad wel slagen.
De schakeling kunt u voeden uit een netstekkervoedinkje dat minimaal 9 V afgeeft. Deze spanning hoeft niet eens gestabiliseerd te zijn. Op de vijf printsoldeerlipjes, aan de rechter zijkant van de print, kunt u een transistorvoetje en de connectoren naar uw scope aansluiten.

7.44 Heel eenvoudige NPN transistor curvetracer

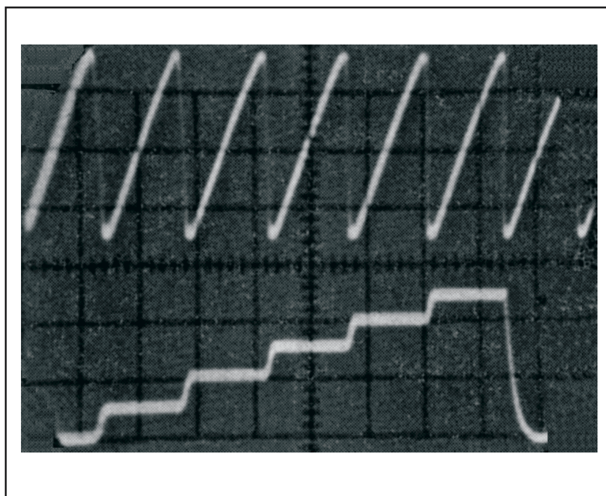


Figuur 4/7.44-5: De componentenopstelling van de print.

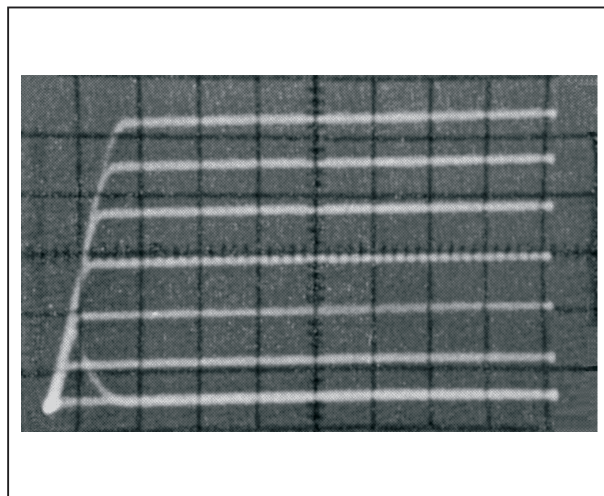
De tracer in de praktijk
Als alles is aangesloten wat moet worden aangesloten en de elektronische kijkkast is opgewarmd verschijnen de eerste karakteristieken op het groene scherm. Stel de gevoeligheidsregelaars van beide versterkers zodanig in dat de gehele bundel zichtbaar is en noteer de standen van de regelaars. Dit laat toe de assen eens en voor altijd te ijken.
Als uw scoop is voorzien van intensiteitsmodulatie, Z-as, onderdrukker of hoe ze deze functie nog allemaal meer noemen, kunt u deze reeds zo verfijnde schakeling nog wat meer sophisticated maken.
Gedurende de overgang van de ene karakteristiek naar de volgende doen er zich in de schakeling overgangsverschijnselen voor. Onder hun verderfelijke invloed gaat de spot dartele sprongen over uw scherm uitvoeren, wat het getoonde prentje minder fraai maakt. Dit is te verhelpen door de spot gedurende die overgangen te onderdrukken. U kunt hiervoor een van de uitgangen van de AMV gebruiken. Welke u nodig heeft hangt af van de inwendige schakeling van kathode en rooster in uw scoop. Op de print is deze uitgang reeds voorzien dank zij het printsoldeerlipje “IM” (van intensiteitsmodulatie).

Resultaten
Tot slot toont figuur 4/7.44-6 u de twee door de schakeling opgewekte spanningsvormen. Dat u met dit schema geen nep in handen krijgt maar integendeel een produkt waarmee u in de beter gesitueerde kringen mag worden gezien bewijst figuur 4/7.44-7. De transistor was een BK2712 van Texas Instruments, equivalent van BC108.

7.44 Heel eenvoudige NPN transistor curvetracer

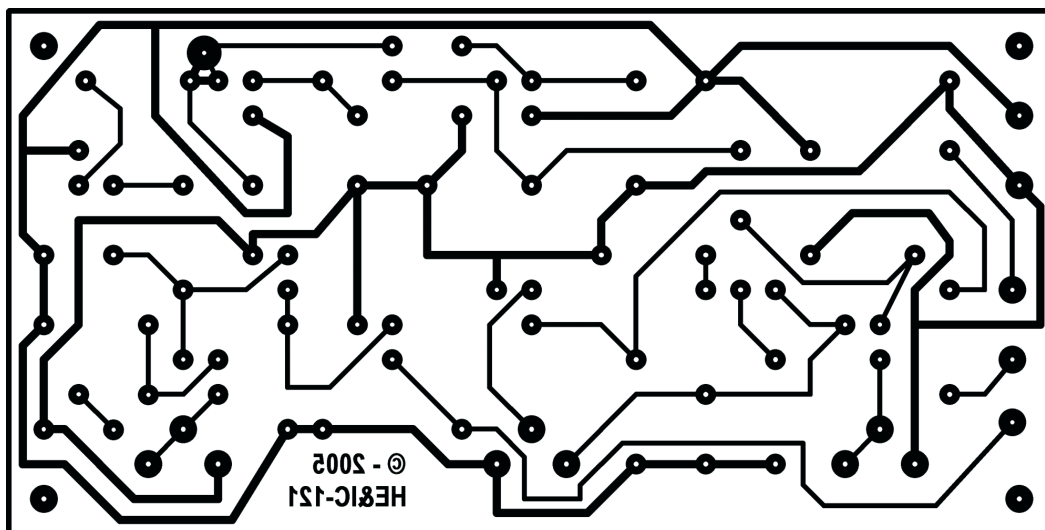


Figuur 4/7.44-6: De twee door de schakeling gegenereerde spanningsvormen.



Figuur 4/7.44-7: Uw transistor curve tracer in actie!

7.44 Heel eenvoudige NPN transistor curvetracer



Figuur 4/7.44-4: De print voor de schakeling.

HOE MAAKT U DEZE PRINT?

OPTIE 1: zelf maken

U scant deze pagina en drukt deze met een inkjet-printer af op A4 formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

OPTIE 2: via Internet

Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie “Printservice”. In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeldbewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

OPTIE 3: bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post het printontwerpje op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

7.44 Heel eenvoudige NPN transistor curvetracer

4/12

Luidsprekersystemen

Inhoud

4/12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

(verschenen in de 122e aanvulling)

4/12.11 Advantage-Sub, een gesloten box voor 45 cm subwoofers

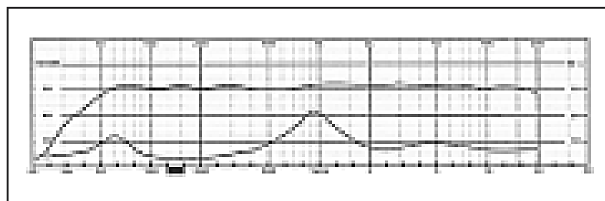
(verschenen in de 122e aanvulling)

4/12.10

Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

Inleiding
In dit hoofdstuk bespreken wij de zelfbouw van een gesloten luidsprekerbox, waarbij de nadruk van de ontwerpers heeft gelegen op een zo neutraal mogelijke klankweergave. Vandaar dat wij dit ontwerp dan ook een box voor minnaars van klassiek hebben genoemd, hoewel dit natuurlijk een belediging is voor alle overige luisteraars, die niet van klassiek houden maar wél van een strakke, natuurlijke weergave. Onder strakke, natuurlijke weergave wordt verstaan dat de ontwerpers er alles hebben aan gedaan om een zo vlak mogelijke frequentiekarakteristiek te realiseren. Daar zijn ze uitstekend in geslaagd want, zie figuur 4/12.10-1, uit deze helaas onduidelijke grafiek blijkt dat het frequentiebereik van deze box zo goed als recht verloopt tussen 30 Hz en 22 kHz! Om dit te bereiken is een aantal nogal ongebruikelijke maatregelen genomen.

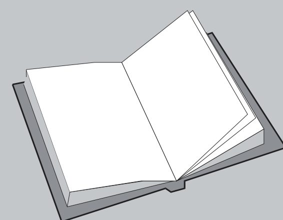
– Twee woofers
  In het ontwerp zijn twee woofers aangebracht, die weliswaar elektrisch parallel zijn geschakeld, maar acoustisch in twee volledig gescheiden compartimenten zijn opgesloten. Bovendien zijn het geen identieke woofers, maar twee verschillende modellen die iets andere afmetingen en specificaties hebben.
– Uitgebreid scheidingsfilter
  Het toegepaste scheidingsfilter bevat niet minder dan 8 weerstanden, 9 condensatoren en 6 spoelen! Rekening houdende met het feit dat het een drieweg filter is, zult u moeten toegeven dat er meer dan standaard aandacht aan het filter is besteed.



Figuur 4/12.10-1: De totale frequentiekarakteristiek van de Carmen 3.

Om u een indruk te geven hebben wij in figuur 4/12.10-2 een fototje gepubliceerd van een standaard drieweg scheidingsfilter dat van de fabrikant de quali-

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/7.2
Hoofdstuk 3/7.3
Hoofdstuk 3/7.4
Hoofdstuk 3/7.6
Hoofdstuk 4/12.3



12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

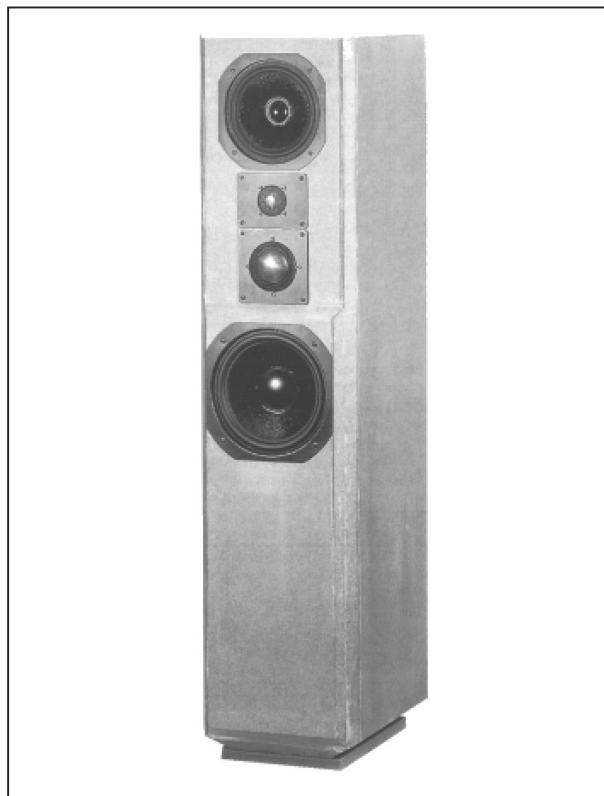
ficatie “zeer goed” meekrijgt: in totaal negen onderdeeltjes moeten het totale frequentiebereik splitsen in de drie banden. Nu zegt het aantal onderdelen natuurlijk in principe erg weinig, maar het filter is berekend met speciale software en uitgebreid getest.
Ook aan de faseweergave van het totale systeem is de nodige aandacht besteed, wat natuurlijk bij stereoweergave een absolute voorwaarde is om een evenwichtig stereobeeld te verkrijgen.



Figuur 4/12.10-2: Een “normaal” drieweg scheidingsfilter bevat hooguit een tiental onderdelen.

Presentatie

Ook aan de presentatie van de box hebben de ontwerpers heel wat aandacht besteed. Zoals u uit figuur 4/12.10-3 kunt afleiden is de Carmen 3 een sieraad in uw woonkamer. De behuizing heeft een hoogte van iets meer dan een meter en heeft een oppervlak van 230 mm bij 312 mm. Dank zij deze vrij kleine basisafmetingen passen twee boxen zonder optisch te storen links en rechts naast uw stereomeubel, terwijl de hoogte is aangepast aan de gemiddelde oorhoogte van een zittende luisteraar.



Figuur 4/12.10-3: Het uiterlijk van de Carmen 3.

Algemene specificaties

De Carmen 3 heeft de volgende algemene specificaties:

- type behuizing:
  volledig gesloten systeem
- impedantie:
  4 Ω
- frequentiebereik:
  30 Hz tot 22 kHz
- scheidingsfrequenties:
  950 Hz en 4 kHz
- maximaal vermogen:
  200 W

De luidsprekers

Iedere Carmen 3 bevat vier luidsprekers uit de stal van Monacor. Monacor is een merk dat goed leverbaar is, een zoektocht op internet levert voldoende links op. Via www.bmm-electronics.nl kunt u bijvoorbeeld de luidsprekers bestellen,

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

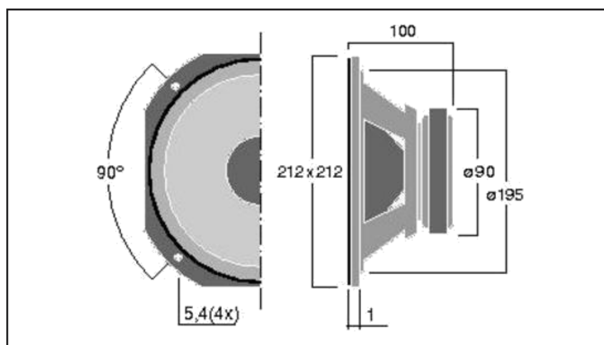
hoewel de toegepaste typen géén voorraadexemplaren zijn bij deze leverancier. In de volgende paragraafjes zullen wij de vier toegepaste typen even aan u voorstellen.

SPH-212

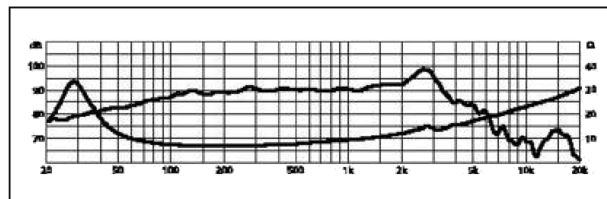
De SPH-212, zie figuur 4/12.10-4, is een bass speaker met een conusdiameter van 200 mm, een maximaal vermogen van 120 W en een impedantie van 8 Ω. In figuur 4/12.10-5 zijn de afmetingen samengevat, figuur 4/12.10-6 geeft de frequentieweergave. De weergever heeft een papieren membraan met een speciale laag ter versteviging en een magneet met een diameter van 90 mm.



Figuur 4/12.10-4: De bass speaker SPH-212 van Monacor.



Figuur 4/12.10-5: Afmetingen van de SPH-212.



Figuur 4/12.10-6: Frequentieweergave en impedantieverloop van de SPH-212.

Voor het geval dat u aan de behuizing en het scheidingsfilter wilt gaan rekenen, geven wij u de belangrijkste specificaties van de SPH-212:

- impedantie:
  8 Ω
- resonantie frequentie:
  30 Hz
- frequentiebereik:
  3 kHz
- aanbevolen frequentiebereik:
  2,5 kHz
- maximaal vermogen:
  120 W
- gemiddelde geluidsdruk (1 W/1 m):
  90 dB
- mechanische kwaliteitsfactor:
  2,21
- elektrische kwaliteitsfactor:
  0,50
- totale kwaliteitsfactor:
  0,41
- equivalent volume:
  82 l
- gelijkstroom weerstand:
  6,2 Ω
- spreekspoel inductie:
  0,6 mH
- spreekspoel diameter
  25 mm
- spreekspoel hoogte:
  14 mm
- lineaire uitwijking:
  ±90 mm
- gewicht:

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

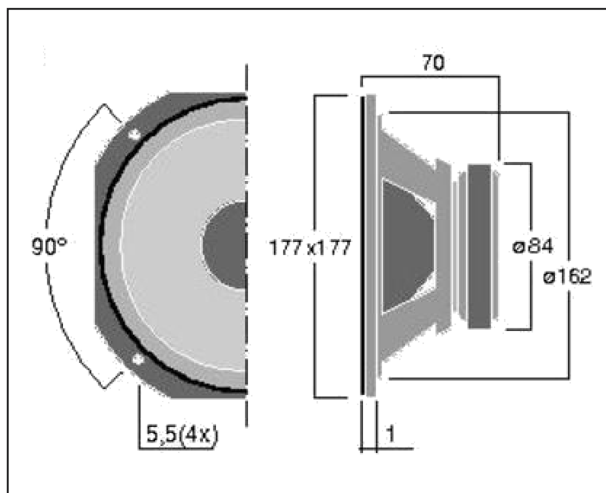
1,5 kg
– richtprijs:
€ 67,00

SPH-175

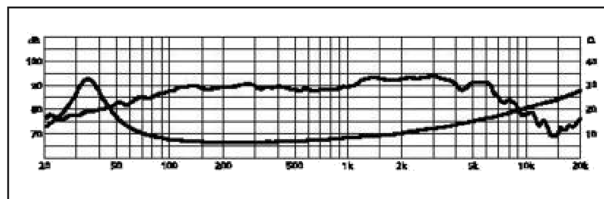
De SPH-175, zie figuur 4/12.10-7, is de tweede iets kleinere bass speaker (conusdiameter 165 mm) die in de Carmen 3 wordt toegepast. Deze luidspreker heeft een maximaal vermogen van 100 W en een impedantie van 8 Ω. In figuur 4/12.10-8 zijn de afmetingen samengevat, figuur 4/12.10-9 geeft weer de frequentieweergave.



Figuur 4/12.10-7: De bass speaker SPH-175.



Figuur 4/12.10-8: Afmetingen van de SPH-175.



Figuur 4/12.10-9: Frequentieweergave en impedantieverloop van de SPH-175.

Voor het geval dat u erg rekenlustig van aard bent, geven wij ook nu u de belangrijkste specificaties van deze luidspreker:
– impedantie:
8 Ω
– resonantie frequentie:
33 Hz
– frequentiebereik:
5 kHz
– aanbevolen frequentiebereik:
3 kHz
– maximaal vermogen:
100 W
– gemiddelde geluidsdruk (1 W/1 m):
90 dB
– mechanische kwaliteitsfactor:
1,98
– elektrische kwaliteitsfactor:
0,43
– totale kwaliteitsfactor:
0,35
– equivalent volume:
48 l
– gelijkstroom weerstand:
5,7 Ω
– spreekspoel inductie:
0,5 mH
– spreekspoel diameter
25 mm
– spreekspoel hoogte:
10 mm
– lineaire uitwijking:
±84 mm
– gewicht:
1,2 kg

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

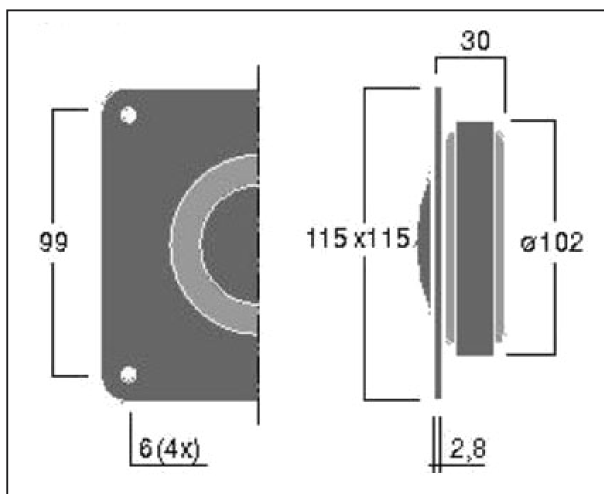
– richtprijs:
€ 54,50

DM-510

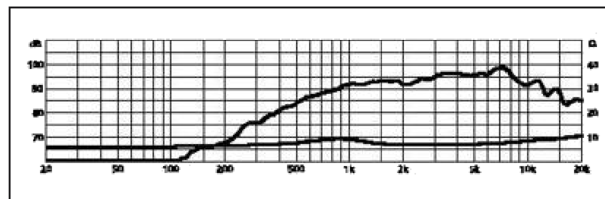
De DM-510, voorgesteld in figuur 4/12.10-10, is de middentoner van het systeem. Het is een 9 cm dome speaker gemaakt van een zeer lichte titanium legering. Met zijn aanbevolen frequentiebereik van 900 Hz tot 5 kHz is deze speaker inderdaad ideaal voor het middenbereik. In figuur 4/12.10-11 zijn de afmetingen en in figuur 4/12.10-12 de karakteristieken weergegeven.



Figuur 4/12.10-10: De middentoner DM-510.



Figuur 4/12.10-11: Afmetingen van de DM-510.



Figuur 4/12.10-12: Frequentieweergave en impedantieverloop van de DM-510.

Tot slot weer de belangrijkste specificaties van de DM-510:

– impedantie:
8 Ω
– resonantie frequentie:
800 Hz
– frequentiebereik:
12 kHz
– aanbevolen frequentiebereik:
0,9 - 3 kHz
– maximaal vermogen:
150 W
– gemiddelde geluidsdruk (1 W/1 m):
91 dB
– mechanische kwaliteitsfactor:
0,96
– elektrische kwaliteitsfactor:
1,32
– totale kwaliteitsfactor:
0,56
– gelijkstroom weerstand:
5,7 Ω
– spreekspoel inductie:
0,15 mH
– magneet diameter:
102 mm
– gewicht:
1,1 kg
– richtprijs:
€ 85,50

DT-250

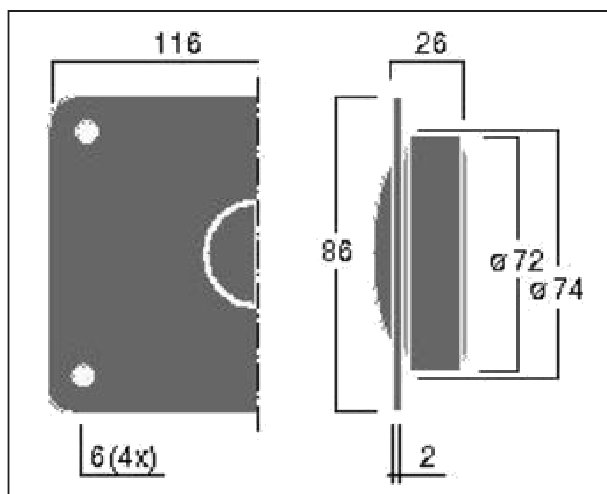
De DT-250 van figuur 4/12.10-13 is de hogetoner van het systeem. Het is een 25 mm dome tweeter gemaakt van een

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

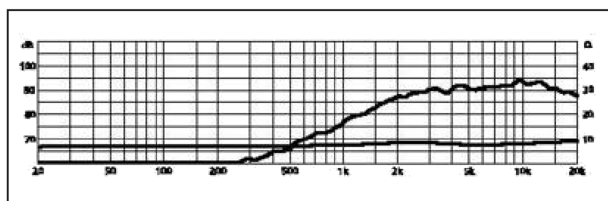
zeer lichte titanium legering. Met zijn frequentiebereik tot 25 kHz is deze speaker inderdaad ideaal voor zelfs de allerhoogste noten en geluiden. In figuur 4/12.10-14 zijn de afmetingen en in figuur 4/12.10-15 de karakteristieken weergegeven.



Figuur 4/12.10-13: De hogetoner DT-250 van het systeem.



Figuur 4/12.10-14: De afmetingen van de DT-250.



Figuur 4/12.10-15: Frequentieweergave en impedantieverloop van de DT-250.

De specificaties van de DT-250:
- impedantie:
  8 Ω
- resonantie frequentie:
  1,7 kHz
- frequentiebereik:
  25 kHz
- aanbevolen frequentiebereik:
  3 kHz - 22 kHz
- maximaal vermogen:
  100 W
- gemiddelde geluidsdruk (1 W/1 m):
  90 dB
- magneet diameter:
  72 mm
- gewicht:
  0,55 kg
- richtprijs:
  € 48,50

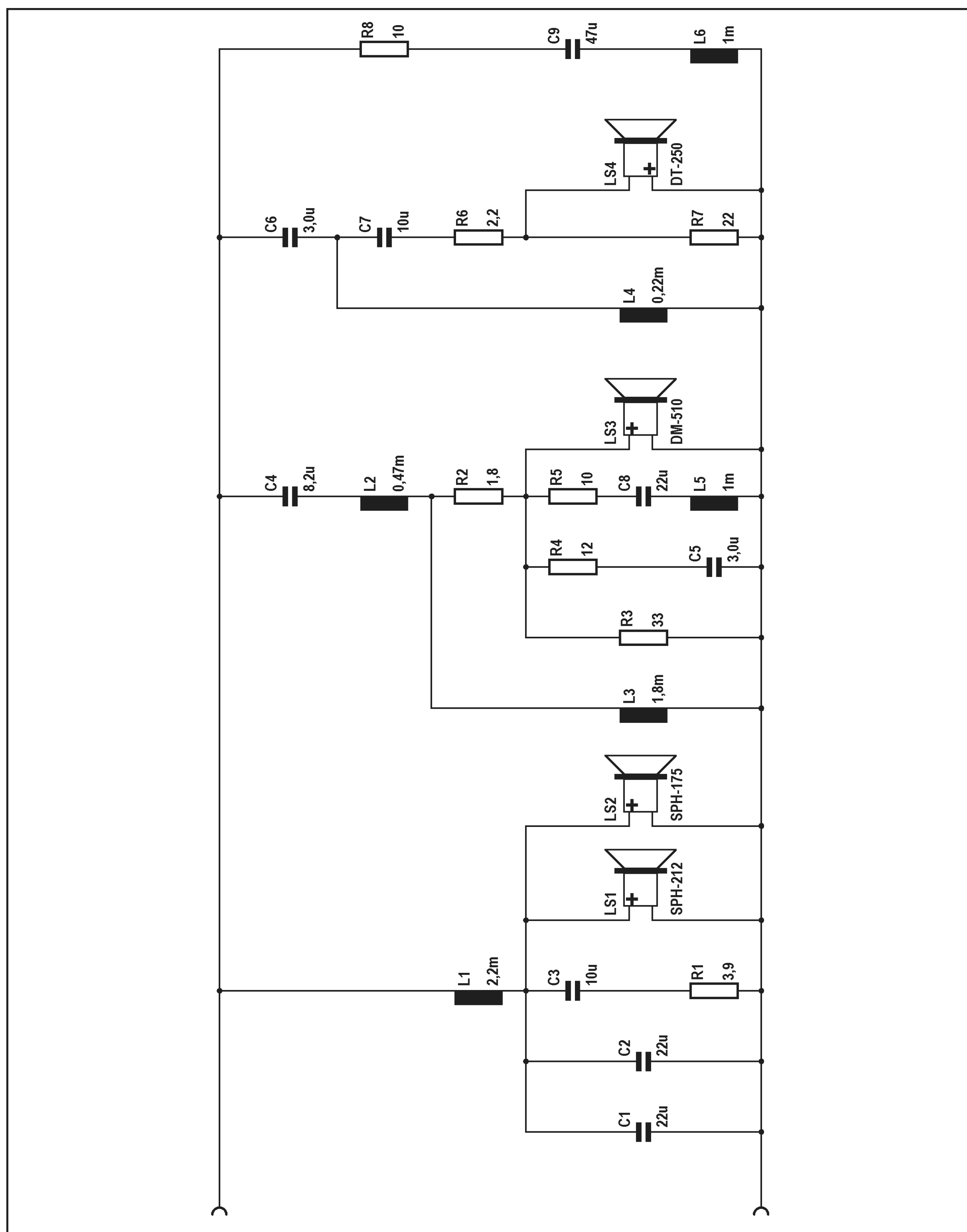
Het scheidingsfilter

Het schema van het scheidingsfilter is voorgesteld in figuur 4/12.10-16. Het filter bestaat uit vier takken. De schakeling rond de spoel L1 vormt het laagdoorlaat filter waarmee de twee bass speakers van signaal worden voorzien. Het banddoorlaat filter rond L2, L3 en L5 is tamelijk complex, meer gegevens over de werking worden door de ontwerpers niet verstrekt. De derde kring rond L4 vormt het hoogdoorlaat filter voor de tweeter. Tot slot zorgt de seriekring rond L6 voor een optimalisatie van de frequentieonafhankelijkheid van de impedantie van het totale systeem. Let op de polariteit van de vier luidsprekers!

De bouw van het filter

De spoelen kunt u natuurlijk zélf wikkelen, maar Monacor levert in de serie LSIP-xxx kant-en-klare spoelen met de juiste inductie en diameter, zie figuur 4/12.10-17.

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan



Figuur 4/12.10-16: Het complexe drieweg scheidingsfilter.

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, DRAADGEWONDEN			
R1	3,9	Ω	20 W
R2	1,8	Ω	10 W
R3	33	Ω	10 W
R4	12	Ω	5 W
R5	10	Ω	5 W
R6	2,2	Ω	10 W
R7	22	Ω	5 W
R8	10	Ω	10 W
CONDENSATOREN, MKT OF BIPOLAIR			
C1,C2	22	µF	250 V
C3	10	µF	35 V
C4	8,2	µF	250 V
C5,C6	3,0	µF	250 v
C7	10	µF	250 V
C8	22	µF	35 V
C9	47	µF	250 V
SPOELEN			
L1	2,2	mH	1,2 mm^2
L2	0,47	mH	1,0 mm^2
L3	1,8	mH	1,0 mm^2
L4	0,22	mH	0,85 mm^2
L5,L6	1	mH	0,85 mm^2

Deze spoelen zijn weliswaar vrij prijzig, de adviesprijzen variëren tussen € 1,98 en € 11,40, maar u krijgt dan wel zeer professioneel uitziende onderdelen die zonder meer in het filterconcept passen. In onderstaand lijstje ziet u welke inducties overeenkomen met welke typenummers:

- 0,22 mH LSIP22/2
- 0,47 mH LSIP-47/1
- 1 mH LSIP-100/2
- 1,8 mH LSIP-180
- 2,2 mH LSIP-220

Voor de condensatoren mag u uiteraard geen elco's gebruiken, maar folie-uitvoeringen van het type MKT of speciale bipolaire elco's van het type bi-elco. In figuur 4/12.10-18 ziet u boven zo'n 250 V folie-condensator en onder een 35 V bi-elco.

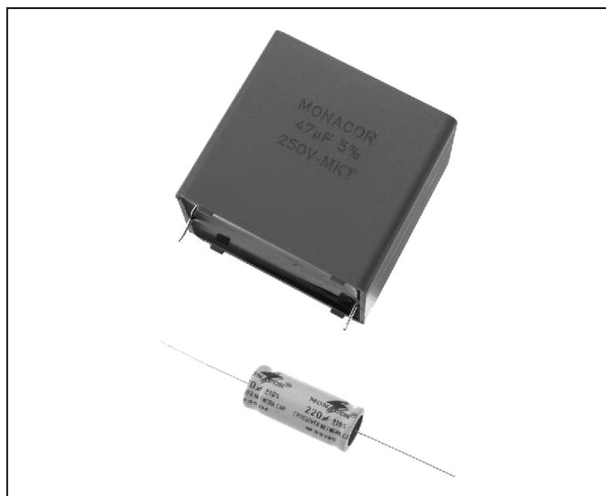


Figuur 4/12.10-17: De Monacor spoelen uit de serie LSIP-xxx.

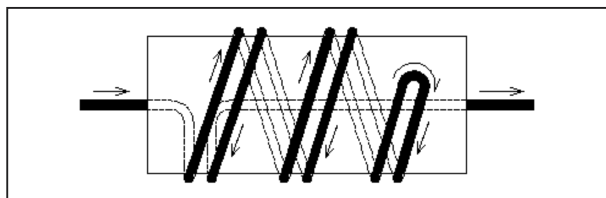
De weerstanden moeten, vanwege het vermogen, uiteraard draadgewonden zijn. Als u ze ergens kunt vinden, moet u bifilair gewikkelde weerstanden aanschaffen. Deze zijn gewikkeld volgens het systeem dat in figuur 4/12.10-19 is voorgesteld en hebben als groot voordeel dat zij geen zelfinductie hebben.

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

Lukt het niet deze bijzondere weerstanden te vinden, dan kunt u natuurlijk ook de bekende witte draadgewonden weerstanden toepassen.



Figuur 4/12.10-18: Bruikbare condensatoren zijn MKT's (boven) of bi-elco's (onder).



Figuur 4/12.10-19: Het principe van een bifilair gewikkelde weerstand.

Wij hebben voor het scheidingsfilter geen print ontworpen omdat dit, met de grote variatie in afmetingen van bruikbare onderdelen, vrijwel onbegonnen werk is. U moet dus met stripboard aan de slag of zelf een printje ontwerpen, aangepast aan de afmetingen van uw onderdelen.

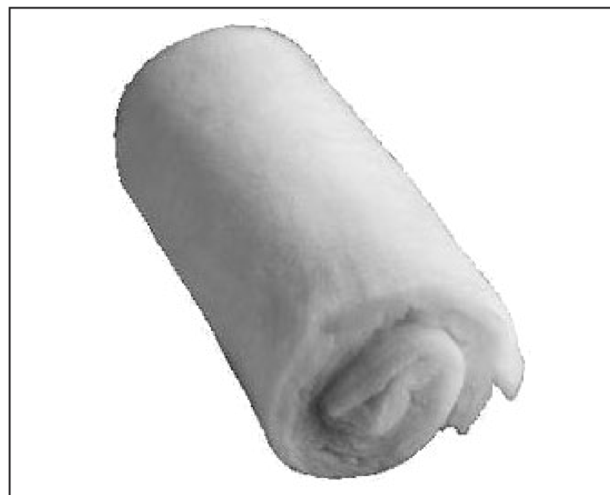
De constructie van de behuizing

Nu komt het écht leuke werk aan de beurt: het maken van de luidsprekerkast. Aan de hand van de constructietekening van figuur 4/12.10-20 zult u er weinig moeite mee hebben. De afmetingen gelden voor 19 mm MDF als basismateriaal. U heeft de volgende panelen nodig:

2 x [1.073 * 350 mm^2]
2 x [1.035 * 222 mm^2]
1 x [682 * 234 mm^2]
2 x [350 * 222 mm^2]
1 x [460 * 222 mm^2]
1 x [312 * 222 mm^2]

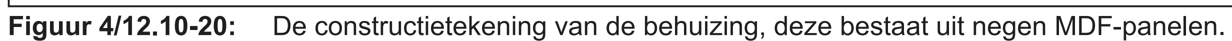
De drie compartimenten van de box worden opgevuld met polyester wattendekens, zie figuur 4/12.10-21. Ook dit materiaal zit in het leveringsprogramma van Monacor en wel onder het typenummer MDM-2. U heeft drie zakken nodig. Voor de absoluut luchtdichte bevestiging van de luidsprekerchassis kunt u gebruik maken van zelfklevende schuimband, ook alweer te koop bij Monacor onder het typenummer MDM-5. Hiervan heeft u ongeveer 1 m nodig.

De afschuining van de hoeken van de box heeft niet alleen met een bepaald schoonheidsideaal van de ontwerpers te maken. Het voorkomt zogenaamde hoekreflecties en het wordt dus ten stelligste aanbevolen dat u dat vervelende klusje toch maar uitvoert.



Figuur 4/12.10-21: Polyester wattendekens als dempingsmateriaal.

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan



Figuur 4/12.10-20: De constructietekening van de behuizing, deze bestaat uit negen MDF-panelen.

4/14-C

Overige schakelingen: Home elektronica

Inhoud

Vego's bestelservice voor oude hoofdstukken

Alle hoofdstukken uit dit naslagwerk kunt u afzonderlijk bestellen. Ga hiervoor naar onze internetsite www.hobbyelektronica.nu en klik de menu-optie "Bestellen hoofdstukken" aan.

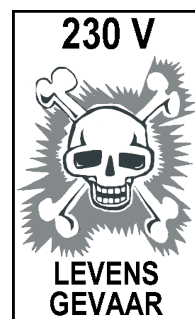
4/14.79 Luxueuze trappenhuis automaat
(verschenen in de 117e aanvulling)

4/14.81 Een katten schrikdraad module voor zelfbouw
(verschenen in de 118e aanvulling)

4/14.83 Vermogensregeling met “pakketbesturing”
(verschenen in de 120e aanvulling)

4/14.83

Vermogensregeling met “pakketbesturing”



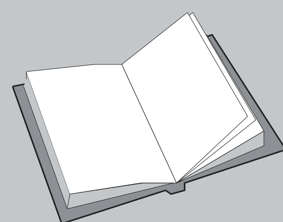
Inleiding
In oudere huizen, die niet met de zegeningen van een centrale verwarming zijn uitgerust, worden een of meerdere kamers die niet continu in gebruik zijn, vaak verwarmd met elektrische straalkachels. Deze apparaatjes zijn meestal opgebouwd uit twee verwarmingsspiralen, die afzonderlijk of gezamenlijk ingeschakeld kunnen worden. Het nadeel van deze driestandenregeling is, dat het meestal in de ene stand net iets te koud is en in de volgende stand net iets te warm. Uiteraard wordt dan toch meestal voor het te warme gekozen. Weliswaar hebben deze straalkacheltjes een thermostaat, maar die staat op de meest ongunstige plaats die u voor een thermostaat kunt verzinnen: op de plaats waar de warmte vandaan komt.
In dit hoofdstuk wordt een eenvoudige elektronische schakeling beschreven, die de warmte-opbrengst van een elektrische ventilatorkachel in tien standen kan regelen. Met een dergelijke regeling kunt u een veel verfijndere temperatuursinstelling krijgen dan met de standaard driestanden plus thermostaat.

Overige toepassingen
De schakeling heeft nog veel meer toepassingen. U kunt er iedere elektrische verwarming mee sturen, dus ook ouderwetse kookplaten die op 230 V werken en die geen standenschakelaar hebben, verwarmingen voor allerlei chemische baden, etc.

Wat er niet mee kan
Wij schreven “verwarmingen” en dat deden wij niet voor niets. Met deze schakeling kunt u géén lampen of motoren aansturen! Dat heeft te maken met de pakketbesturing, die ideaal is voor het aansturen van verwarmingselementen, maar waar motoren en lampen absoluut niet mee uit de voeten kunnen.

Principe van de schakeling
In principe laat het vermogen van een verwarmingselement, net zoals dat van lampen of boormotoren, zich regelen met een eenvoudige triac netspanningsregelaar, zoals bijvoorbeeld beschreven

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/18.1
Hoofdstuk 3/18.2



14.83 Vermogensregeling met "pakketbesturing"

in hoofdstuk 4/14.76. Deze eenvoudige apparaten werken volgens het principe van de faseregeling, waarbij het vermogen geregeld wordt door een groot of klein gedeelte van de netspanningssinus aan de verbruiker aan te bieden.
Het nadeel van dit systeem bij grote verbruikers, wat verwarmingstoestellen zijn, is dat zeer grote momentele piekstromen in het net optreden. Als bijvoorbeeld de triac zo ingesteld wordt, dat de netspanning wordt ingeschakeld als ze haar maximale waarde bereikt heeft (324 V), dan zal bij sturing van een kachel van 2000 W er een inschakelstroom van 6,1 A door de netleiding vloeien. Deze piekstroom treedt dan bovendien 100 maal per seconde op. Dat levert een heleboel hogere harmonische storingen op, die moeilijk weg zijn te filteren.
Bij sturing van lampen of motoren is men op dit alles behalve ideale systeem aangewezen. Beide verbruikers vragen een regelmatige levering van spanning. Een lamp gaat bijvoorbeeld al hinderlijk knipperen als de intensiteit verminderd wordt door het tussenschakelen van een diode, aangezien dan alleen de positieve halve perioden de lamp voeden. Ook een motor zal niet goed en regelmatig werken, als hij niet 100 keer per seconde van spanning wordt voorzien.
Bij verwarmingselementen ligt de zaak aanmerkelijk eenvoudiger. Een kacheltje blijft goed werken, ook als het niet regelmatig met het net verbonden wordt. Het enige gevolg is dat de warmteopbrengst gaat dalen. Hiermee is de basis gelegd van de werking van deze schakeling. Bij dit apparaat wordt het vermogen geregeld door variatie van het aantal perioden van de netspanning, die tot de verbruiker worden toegelaten.

In de inleiding is reeds gesteld dat de schakeling in tien stappen regelt. Het ligt dan voor de hand dat als referentie voor de regeling een groep van tien achtereenvolgende perioden van de netspanning wordt genomen. Moet het kacheltje op vol vermogen branden, dan worden alle tien perioden van de groep aan de verbruiker aangeboden. Mag het kacheltje wat minder hard branden, dan worden negen perioden doorgelaten en één gesperd. In de laagste stand van de regelaar wordt van elke tien achtereenvolgende perioden er slechts één doorgelaten.

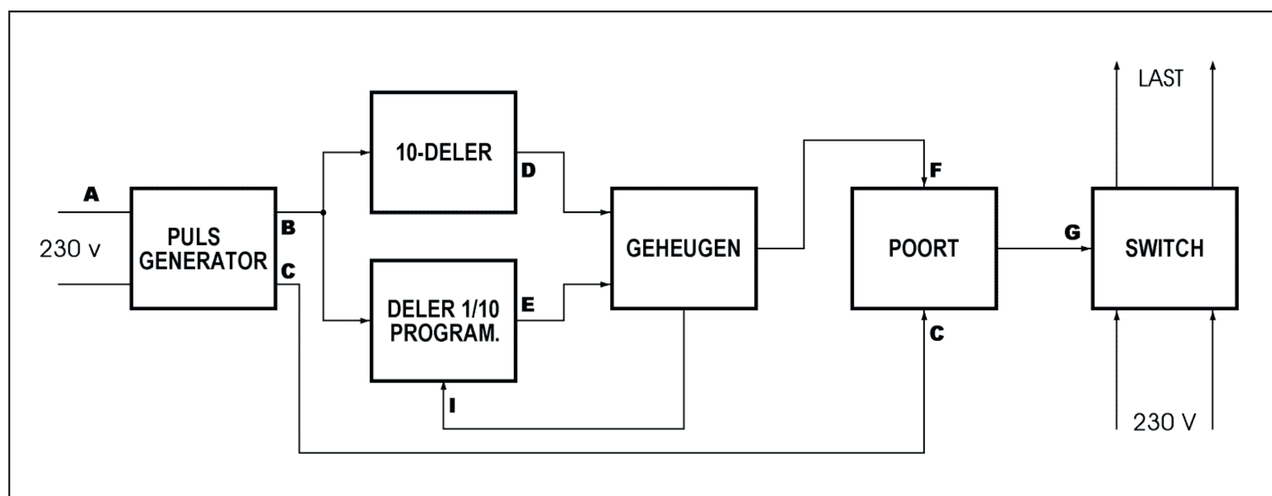
Het grote voordeel

Het grote voordeel van dit systeem ligt voor de hand. De spanning aan de verbruiker blijft sinusvormig verlopen, zodat eveneens de stroom sinusvormig is. Plotselinge stroompieken worden vermeden. Het in- en uitschakelen van de verbruiker gebeurt telkens bij het begin en einde van een periode, dus op het ogenblik dat de momentele waarde van de netspanning nul is.
Er ontstaan absoluut geen hogere harmonischen in het systeem, de schakeling stoort niet.

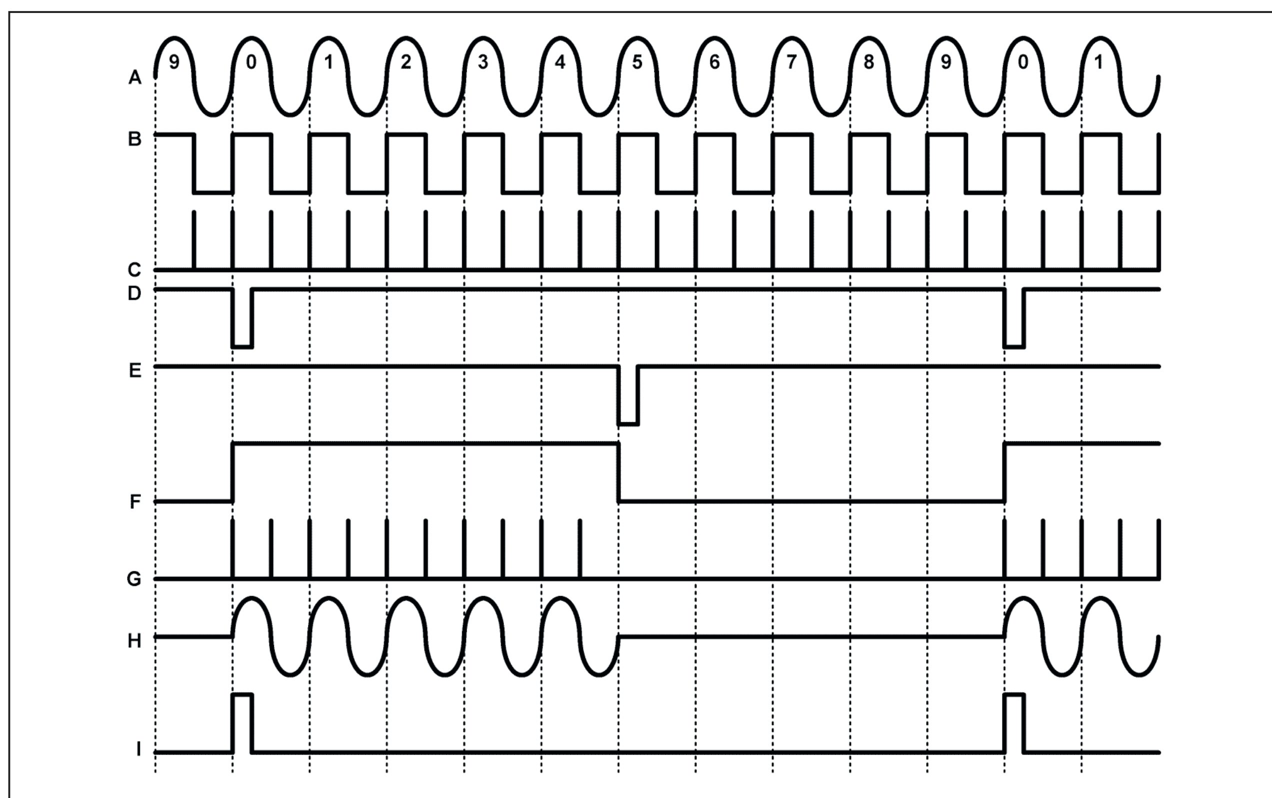
Blokschema

Uit de bespreking van de werking van de schakeling volgt duidelijk dat het apparaat in staat moet zijn het aantal sinussen van de netspanning te tellen. Er moet dus een digitale schakeling aanwezig zijn, die dat tellen voor haar rekening neemt. Naast het digitale gedeelte moet een lineaire schakeling uitgedacht worden die de netspanning aan- en uitschakelt op bevel van het digitale gedeelte. Als schakelaar wordt uiteraard een triac gebruikt.

14.83 Vermogensregeling met "pakketbesturing"



Figuur 4/14.83-1: Het blokschema van de universele vermogensregeling.



Figuur 4/14.83-2: De tijdsrelatie tussen de verschillende pulsen uit het blokschema.

Met deze wetenschap wordt het blokschema van figuur 4/14.83-1 zeer gemakkelijk te begrijpen.
Uit de netspanning moeten twee pulsen worden gevormd. De eerste puls heeft een frequentie van 50 Hz en stuurt de digitale TTL-schakelingen. Deze vierkantsspanning loopt synchroon met de netspanning. De triac moet, zoals bekend, gestuurd worden telkens de netspanning door nul gaat. De pulsgenerator levert dus eveneens een netgesyn-

14.83 Vermogensregeling met "pakketbesturing"

chroniseerde 100 Hz pulstrein. In het vereenvoudigd pulsendiagram van figuur 4/14.83-2 is de relatie tussen de twee pulsvormen voorgesteld.
Zoals reeds opgemerkt moet de schakeling een groep van tien opeenvolgende netperioden kunnen detecteren. Hiervoor zorgt een tiendeler, die continu de aangeboden 50 Hz impulsen telt en om de tien pulsen een set-impuls D aan een geheugen levert. Dit geheugen opent via een uitgangssignaal F een poort, waardoor de triac-ontsteekpulsen C de elektronische schakelaar sturen en de belasting met de netspanning verbonden wordt. Een tweede telsysteem moet ervoor zorgen dat, na het doorlaten van het gewenste aantal perioden, de triac niet meer wordt gestuurd. Hiervoor wordt een beroep gedaan op een programmeerbare deler. De deelverhouding van deze schakeling is instelbaar van een tot en met negen. Nadat de teller het ingestelde aantal pulsen geteld heeft, wordt een uitgangspuls E geleverd. Beide tellers moeten op hetzelfde ogenblik starten. Een startimpuls I, afgeleid uit het geheugen, start de programmeerbare deler bij het begin van de telcyclus. Nadat het ingesteld aantal pulsen geteld is, zorgt de uitgangspuls E voor het omklappen van het geheugen. De poort sluit, de triac blijft verstoken van ontsteekpulsen, belasting en net worden niet langer met elkaar verbonden.

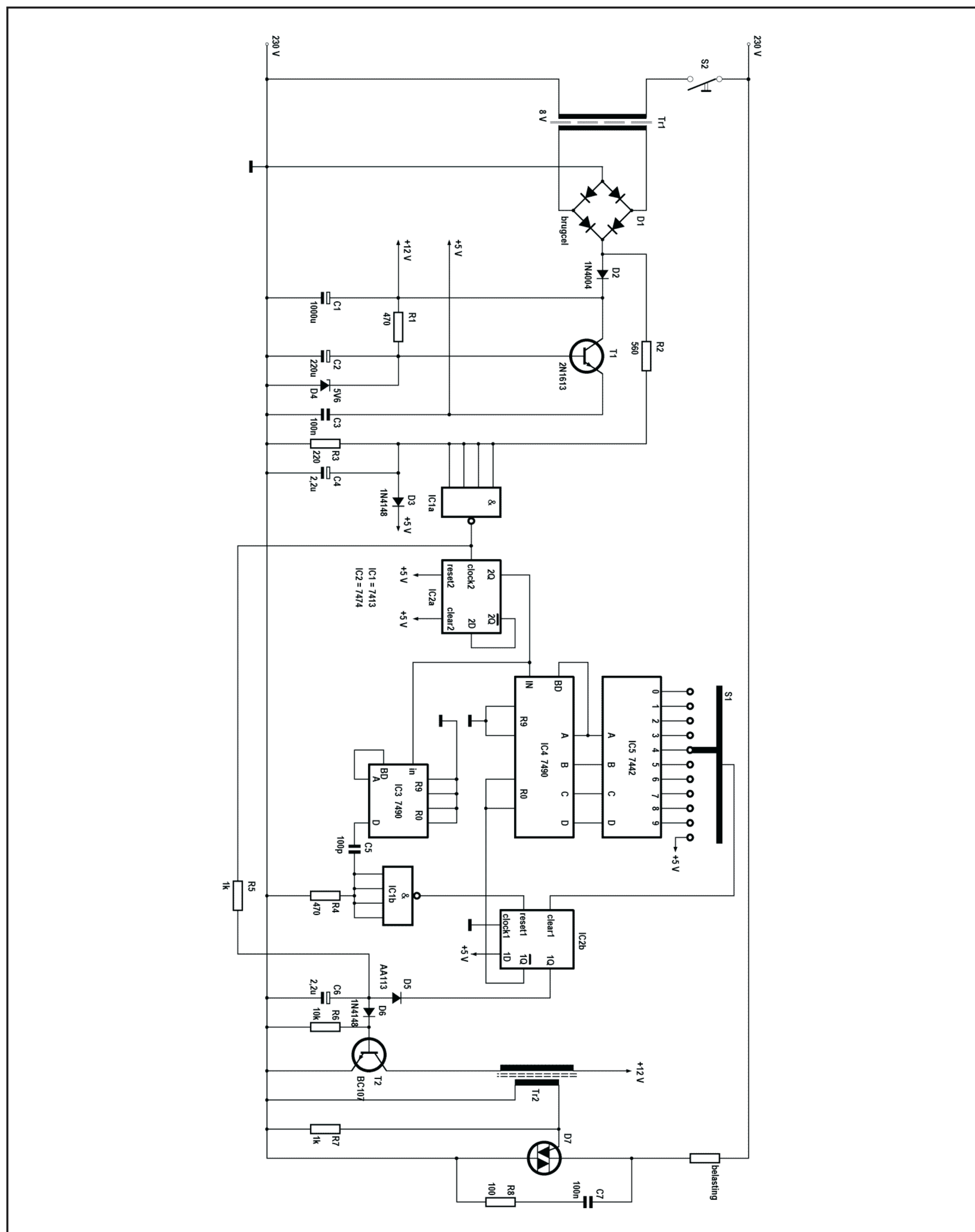
Het volledig schema

In figuur 4/14.83-3 is het volledig schema van het apparaatje getekend. Een transformator T1 voedt niet alleen de schakeling, maar levert eveneens de synchronisatiepulsen. De secundaire spanning van 8 V wordt met een bruggelijkrichter D1 omgevormd tot 100 positieve halve sinussen per seconde. De diode D2 houdt de voedende en de synchroniserende taken gescheiden. Na deze diode vindt u een klassieke voedingsschakeling. De 12 V gelijkrichterspanning wordt in een emittervolger T1 met een zenerdiode in de basis gereduceerd tot de 5 V TTL-voedingsspanning.
De halfsinusvormige pulsen op de uitgang van D1 moeten omgevormd worden in snelle en smalle ontsteekpulsen. Een schmitt-trigger NAND-poort IC1a knapt dit karweitje probleemloos op. De spanningsdeler R2-R3 reduceert de amplitude aan de ingangsspanning en legt tevens de breedte van de ontsteekpulsen op de juiste waarde vast. De diode D3 beschermt de ingangen van de poort tegen overspannnigen, veroorzaakt door eventueel via het net ingevoerde stoorpieken. Alhoewel onderdrukking van hoogfrequente stoorpulsen eigenlijk niet noodzakelijk is (de schakeling reset zichzelf om de tien perioden), is toch een ontstoorelco C4 parallel aan de ingangen van de poort geschakeld.
Besluit is dat aan de uitgang van de poort IC1a een positieve puls van 5 V ontstaat, telkens wanneer de netspanning door het nulpunt gaat.

De digitale schakelingen

De ingangspulsen voor de telsystemen worden uit de ontsteekpulsen afgeleid door tussenschakeling van een als tweedeler werkende flip-flop IC2a. Deze D-type flip-flop ziet men niet zo vaak als tweedeler geschakeld, meestal wordt voor dergelijke toepassingen een JK flip-flop, zoals de 7473 gebruikt. Daarom wordt even bij de werking van de schakeling stil gestaan. Een D-type flip-flop heeft twee ingangen, een clock en een D en uiteraard twee uitgangen.

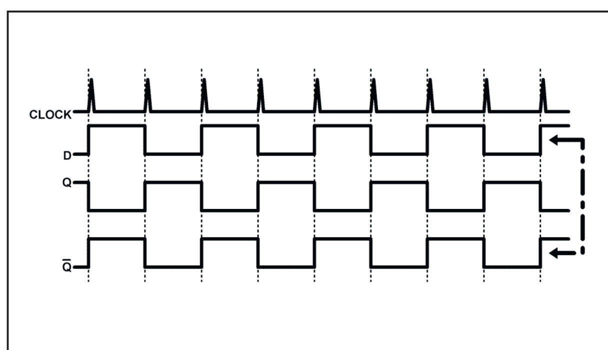
14.83 Vermogensregeling met "pakketbesturing"



Figuur 4/14.83-3: Het volledig schema van de schakeling.

14.83 Vermogensregeling met "pakketbesturing"

De informatie op de D-ingang wordt bij de positieve flank van de clock doorgegeven aan de Q-uitgang. Het volstaat bijgevolg de geïnverteerde uitgang met de D door te verbinden, om de gewenste tweedelerwerking te verkrijgen. Dit wordt aangetoond aan de hand van figuur 4/14.83-4.



Figuur 4/14.83-4: De werking als tweedeler van een type-D flip-flop wordt aan de hand van deze grafiek duidelijk.

Stel dat de Q-uitgang "H" is. De geïnverteerde uitgang en D zijn bijgevolg "L". Op de eerstvolgende positieve flank van het clock-signaal wordt deze lage D-informatie doorgegeven naar de Q-uitgang. Deze uitgang wordt "L", D bijgevolg "H". De volgende positieve flank op de clock brengt weer een hoog signaal op de uitgang, waardoor D weer laag wordt. De cyclus is rond, de tweedeler werking is aangetoond.

De uitgang van deze flip-flop stuurt de twee telsystemen.

De werking van het gehele telsysteem kan aan de hand van het volledige pulsendiagram van figuur 4/14.83-5 ontleed worden. De schakeling IC3 detecteert de groepen van tien opeenvolgende perioden. De uitgang D levert de informatie aan de geheugen flip-flop IC2b. De preset-ingang van dit element reageert op negatief gerichte pulsen. Bovendien mag de preset-puls slecht een paar tientallen nanoseconden breed zijn. De D-uitgang van IC3 wordt daarom door middel van een differentiator C5-R4 en een inverter IC1b omgevormd tot een negatieve naaldpuls.

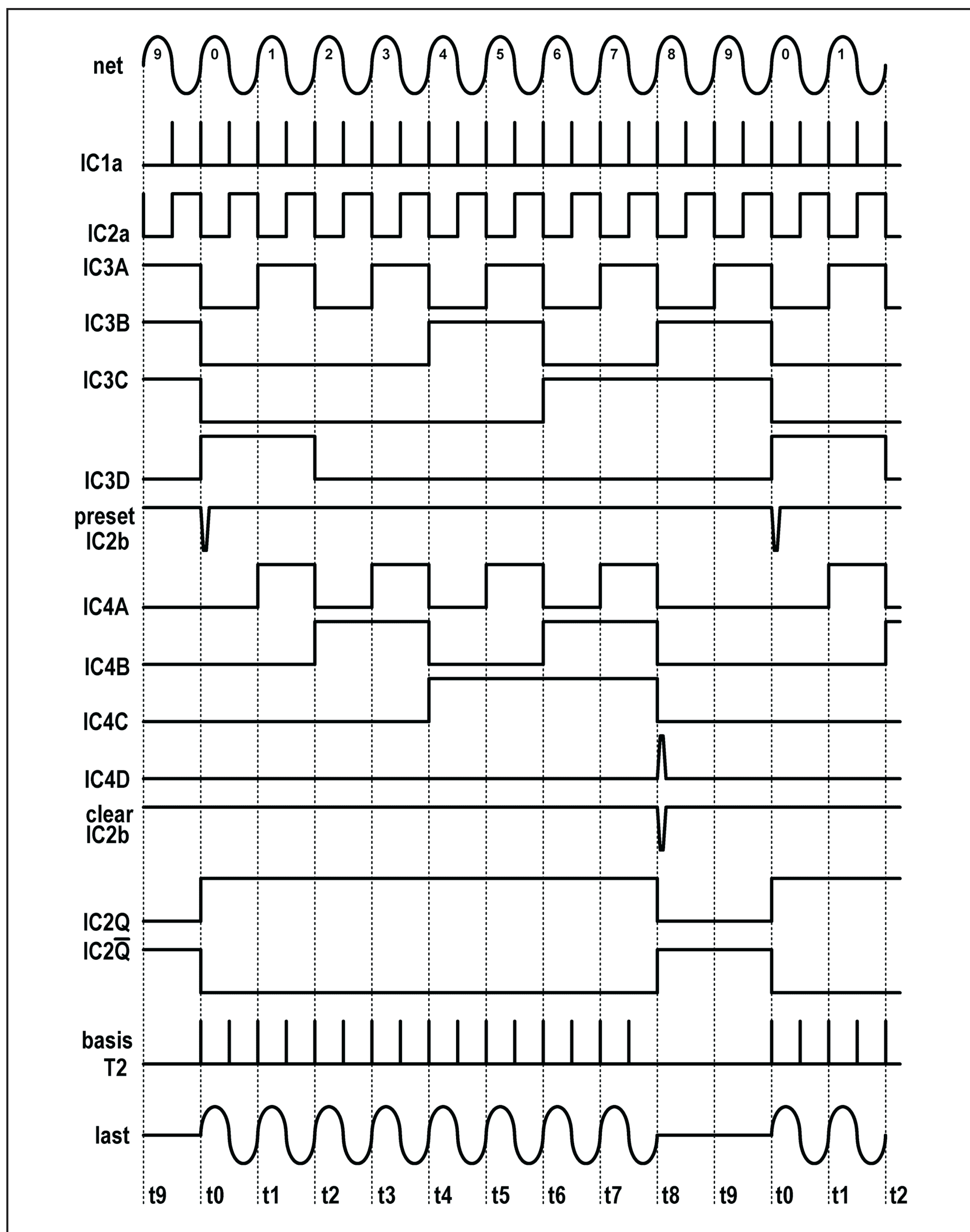
De werking is als volgt. Normaal zijn de ingangen van de poort via de weerstand R4 met massa verbonden. De uitgang van de poort is "H". Bij de achtste telimpuls op de ingang van IC3 wordt de D-uitgang van dit IC "H". Deze uitgangspuls wordt door het passieve netwerk C5-R4 gedifferentieerd, wat wil zeggen dat alleen de snelle voorflank wordt doorgelaten. Gevolg is dat de uitgang van de poort gedurende een zeer korte tijd "L" wordt. Door dit preset-signaal zal de flip-flop IC2b triggeren, de uitgang Q wordt "H" en de geïnverteerde uitgang uiteraard "L".

Dit tijdstip is het begin van de werkingscyclus van de schakeling.

Opgemerkt kan worden dat de tienteller niet zijn normale pulsvolgorde doorloopt. Wat normaal als achtste puls wordt aangeduid (uitgangen van de tiendeler respectievelijk "L-L-L-H"), is nu de nulde puls van het systeem. Daar de teller IC3 volledig vrijlopend werkt, heeft dit geen consequenties voor de werking van het IC.

De geprogrammeerde teller is opgebouwd uit de combinatie van de IC's 7490 en 7442. Dit laatste IC is de eenvoudigste en meest bekende code-omzetter uit de TTL-familie: de schakeling vormt de BCD-code van de tienteller om in tien decimale uitgangspulsen. Alle uitgangen van het IC zijn "H", behalve de uitgang waarvan de decimale nomenclatuur overeenkomt met de BCD-code op de ingangsklemmen van het IC.

14.83 Vermogensregeling met “pakketbesturing”

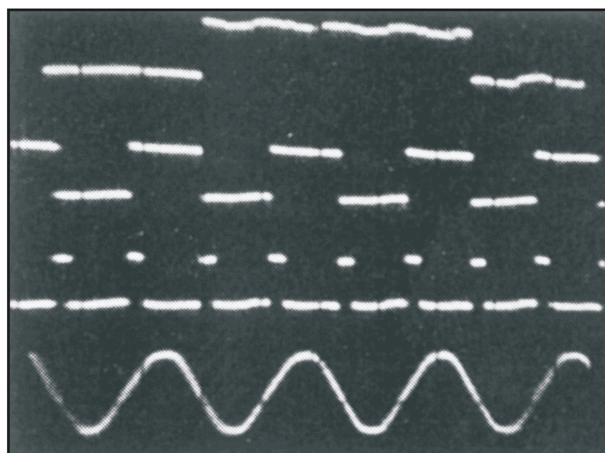


Figuur 4/14.83-5: Het volledige timingschema van de schakeling.

14.83 Vermogensregeling met “pakketbesturing”

De tien uitgangen van de code-omzetter worden door middel van een schakelaar aangeboden aan de clear-ingang van de geheugen flip-flop IC2b. De werking wordt besproken aan de hand van een voorbeeld. Stel dat de schakelaar S1 uitgang 8 van IC5 doorverbindt met de clear-ingang van IC2b.
Op tijdstip to (zie figuur 4/14.83-5) wordt de telcyclus gestart door de preset-puls van IC3. De geïnverteerde uitgang van flip-flop IC2b wordt “L”. Deze spanning stuurt de reset-nul ingangen van de tienteller IC 4. Deze teller wordt dus voor tellen vrijgegeven. Op tijdstip t1 ontvangen beide tientellers een eerste ingangsimpuls en reageren door over te gaan in hun eerste teltoestand (uitgangen respectievelijk “H-L-L-L” en “H-L-L-H”). Op commando van de telpulsen tellen beide tellers verder. Op tijdstip t8 gaat IC4 naar toestand “L-L-L-H”. De achtste decimale uitgang van de code-omzetter IC5 wordt bijgevolg “L”. Deze negatieve spanningssprong wordt aan de clear-ingang van flip-flop IC2b aangeboden, met als gevolg dat dit element omslaat. De geïnverteerde uitgang van deze flip-flop wordt “H”. Hierdoor wordt de teller IC4 gereset. Op het volgende tijdstip t0 herhaalt de cyclus zich.
De werking kan als volgt samengevat worden. Bij het begin van de telcyclus (t0) wordt de Q-uitgang van flip-flop IC2b “H”. Deze toestand blijft bestaan tot het aantal periodes geteld is, dat met schakelaar S1 ingesteld is. Op dat ogenblik wordt de flip-flop uitgang “L”. In figuur 4/14.83-6 is de werking samengevat. Schakelaar S1 was ingesteld op stand 2. Van onder naar boven:

– de netspanning;
– de ontsteekpulsen uit IC1a;
– de telingangspulsen uit IC2a;
– de uitgangspuls D van IC2b.



Figuur 4/14.83-6: De voornaamste pulsen uit het digitale deel van de schakeling in de praktijk.

Opmerking
Als de schakeling alle perioden moet doorlaten, zal het duidelijk zijn dat het digitale gedeelte uitgeschakeld moet worden. Het volstaat in dit geval de clear-ingang van de geheugen flip-flop met +5 V te verbinden. Dit wordt gedaan via de elfde stand van de schakelaar S1.

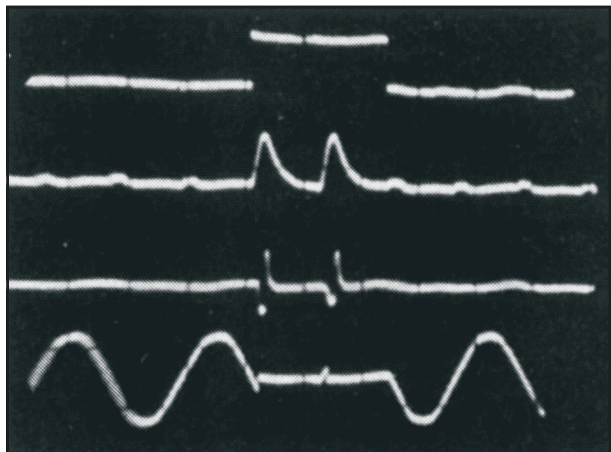
Het ontsteekcircuit
Rest de bespreking van de poort en het ontsteekcircuit. De poort is opgebouwd uit de componenten R5-D5-C6. De ontsteekpulsen worden via de weerstand aan het knooppunt van de drie onderdelen toegevoerd. Voor de werking wordt verwezen naar figuur 4/14.83-7. Van onder naar boven:

– de spanning over de triac;
– de spanning op de gate;
– het signaal op de basis van T2;
– de D-uitgang van IC2b.

Uit het voorgaande is gebleken, dat de poort de ontsteekpulsen moet sperren (triac gedoofd) als de Q-uitgang van de

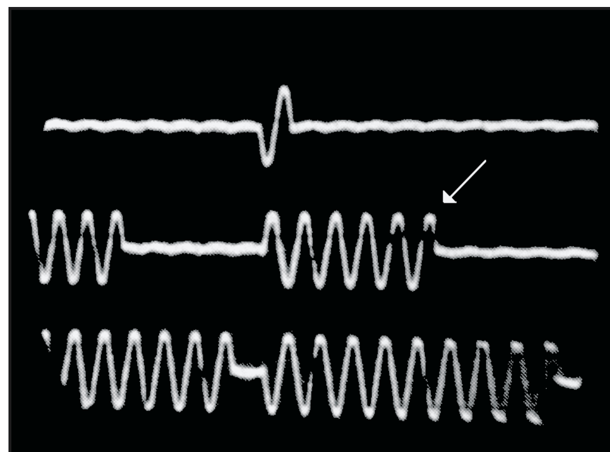
14.83 Vermogensregeling met “pakketbesturing”

geheugen-flip-flop “L” is. In deze situatie worden de positieve ontsteekpulsen via de diode D5 en de lage IC-uitgang kortgesloten naar massa. De noodzaak van elco C6 vereist enige toelichting. Verwezen wordt naar figuur 4/14.83-8. Bij het uitproberen van de schakeling bleek dat soms een halve periode meer door de triac werd doorgelaten dan was ingesteld. Op het tweede spoor worden bijvoorbeeld 5,5 perioden doorgelaten (zie pijl). Dit deed zich alleen voor als de triac begon te geleiden bij een positieve halve sinus. De oorzaak van deze moeilijkheid volgt uit figuur 4/14.83-9.

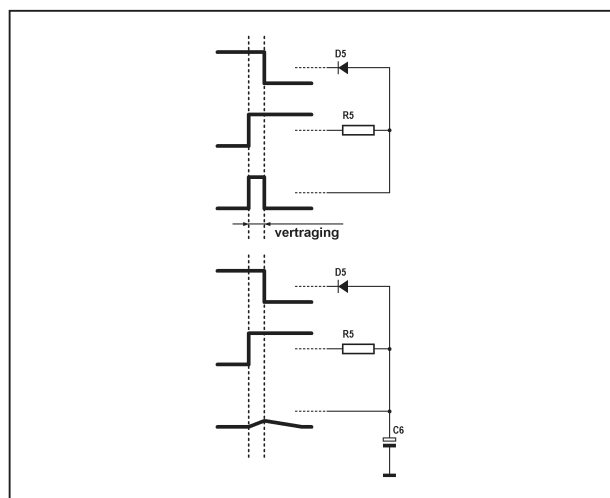


Figuur 4/14.83-7: De werking van de poort en de ontsteekschakeling in de praktijk.

De situaties zonder en mét C6 worden vergeleken. Uit de bespreking van het digitale gedeelte van de schakeling volgt dat het spersignaal voor de poort afgeleid wordt uit de ontsteekpulsen. Dit signaal heeft evenwel eerst vier IC’s moeten doorlopen en komt dus vertraagd aan bij de poort. Gevolg is dat aan de uitgang van de poort een zeer smal pulsje ontstaat. Dit pulsje bleek evenwel breed genoeg om het ontsteekcircuit te activeren. Dat dit euvel alleen optrad bij positieve halve perioden valt te verklaren uit het feit dat een triac gemakkelijker is te sturen als de anode positief is ten opzichte van de kathode dan vice versa.



Figuur 4/14.83-8: De spanning over de belasting bij drie verschillende instellingen van de schakeling. Met de pijl wordt het paracitaire ontsteken van de triac aangeduid. Deze foto werd genomen voordat de poortschakeling was aangepast.



Figuur 4/14.83-9: De oorzaak van het paracitaire triggeren wordt verklaard door de vertraging van het poortsignaal door de diverse IC’s.

14.83 Vermogensregeling met "pakketbesturing"

In figuur 4/14.83-9b is getekend hoe de condensator C6 korte metten maakt met het smalle paracitaire pulsje.
Het ontsteeksysteem is opgebouwd uit een als schakelaar werkende transistor en een ontsteektrafo.
Als de digitale schakeling door middel van IC2b besluit dat de triac niet mag ontsteken, dan krijgt de transistor T2 geen sturing. Het netwerk D6-R6 verhindert dat de restspanning van de poort toch voor geleiding zou zorgen. Er vloeit geen stroom door de transistor, de secundaire trafospanning is nul, de triac is gedoofd.
Gaat de poort open, dan sturen de ontsteekpulsen transistor T2 in geleiding. Er vloeit een flinke stroom door de primaire wikkeling van de trafo. Gevolg is een spanning over de secundaire wikkeling die de triac doet ontsteken.
De inzet van een ontsteektrafo is noodzakelijk. Het bleek niet mogelijk zonder dit onderdeel de relatief ongevoelige hoogvermogen triac's (ontsteekstroom tot 100 mA!) uit de beschikbare lage voedingsspanning te ontsteken.
Het netwerk C7-R8 verhindert dat de triac in geleiding komt door externe stoorpulsen op de netspanning.

Praktische opbouw
Bij het ontwerpen van de print is de goede gewoonte aangehouden deze zo te tekenen, dat alle onderdelen er op kunnen worden ondergebracht. Het nadeel van de wat grotere afmetingen weegt niet op tegen het voordeel dat de bedrading tot het uiterste minimum wordt beperkt. Tevens is rekening gehouden met de in de handel beschikbare goedkope kastjes. De afmetingen van de print zijn aangepast aan de afmetingen van het Teko P3 kastje. De figuur 4/14.83-10 en -11 geven de gebruikelijke bouwinformatie. Voor de transformator kan de goedkoopste 8 V printtrafo worden gebruikt. De voedingstransistor T1 (2N1613) moet voorzien worden van een koelstertje. De schakelaar S1 is een 1 x 12 standen draaischakelaar. Hiervoor kunnen de bekende Japanse miniatuurtypen worden gebruikt, terwijl eveneens het type NU-M/V 1X12 van AB bruikbaar is (past direct op de print). Aan de 13 contacten worden draadjes gesoldeerd, nadien worden deze door de printgaatjes gewurmd, zodat het schakelaarlichaam tegen de print geduwd kan worden. Door het vastsolderen van de 13 draadjes zit het geheel muurvast. De netschakelaar S2 is een schuifschakelaar, groot model.
Deze wordt met afstandsbusjes en lange schroeven zó op de print geschroefd, dat hij net boven de trafo uitsteekt. Nadien wordt de schakelaar door middel van twee draadjes met de print verbonden.
De ontsteektrafo heeft een wikkelverhouding van 1/10. Het in het proto-type gebruikte model is o.a. verkrijgbaar bij Conrad. De primaire kant is goudkleurig gemerkt. Bruikbare triac's worden in overvloed aangeboden. Ieder type is eigenlijk bruikbaar. Uiteraard moet de maximale stroom aangepast zijn aan het te schakelen vermogen. In het prototype werd een Silec triac gebruikt, namelijk type Tyal2210, die 10 A kan schakelen. Er moet aandacht besteed worden aan de koeling van deze elektronische schakelaar. Op de print is plaats voor een koellichaam van 20 x 85 mm^2. Bruikbaar is bijvoorbeeld een SK04 profiel, waarvan de buitenste twee ribben worden afgezaagd.
Tenslotte verdient het aanbeveling de drie kleine brede printbanen, die de gro-

14.83 Vermogensregeling met "pakketbesturing"

ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, 1/4 W, 5 %

R1,4	470	Ω
R2	560	Ω
R3	220	Ω
R5,7	1	kΩ
R6	10	kΩ
R8	100	Ω

CONDENSATOREN

C1	1.000	μF	16 V axiale elco
C2	220	μF	12 V printelco
C3	100	nF	MKH
C4,6	2,2	μ	6 V axiale elco
C5	100	pF	ceramisch
C7	100	nF	400 V
MKH			

HALFGELEIDERS

D1	BY164
D2	1N4004
D3,6	1N4148
D4	5V6, 400 mW zenerdiode
D5	AA113
D7	triac, 15 A, 400 V
T1	2N1613
T2	BC107
IC1	7413 N
IC2	7474 N
IC3,4	7490 N
IC5	7442 N

DIVERSEN

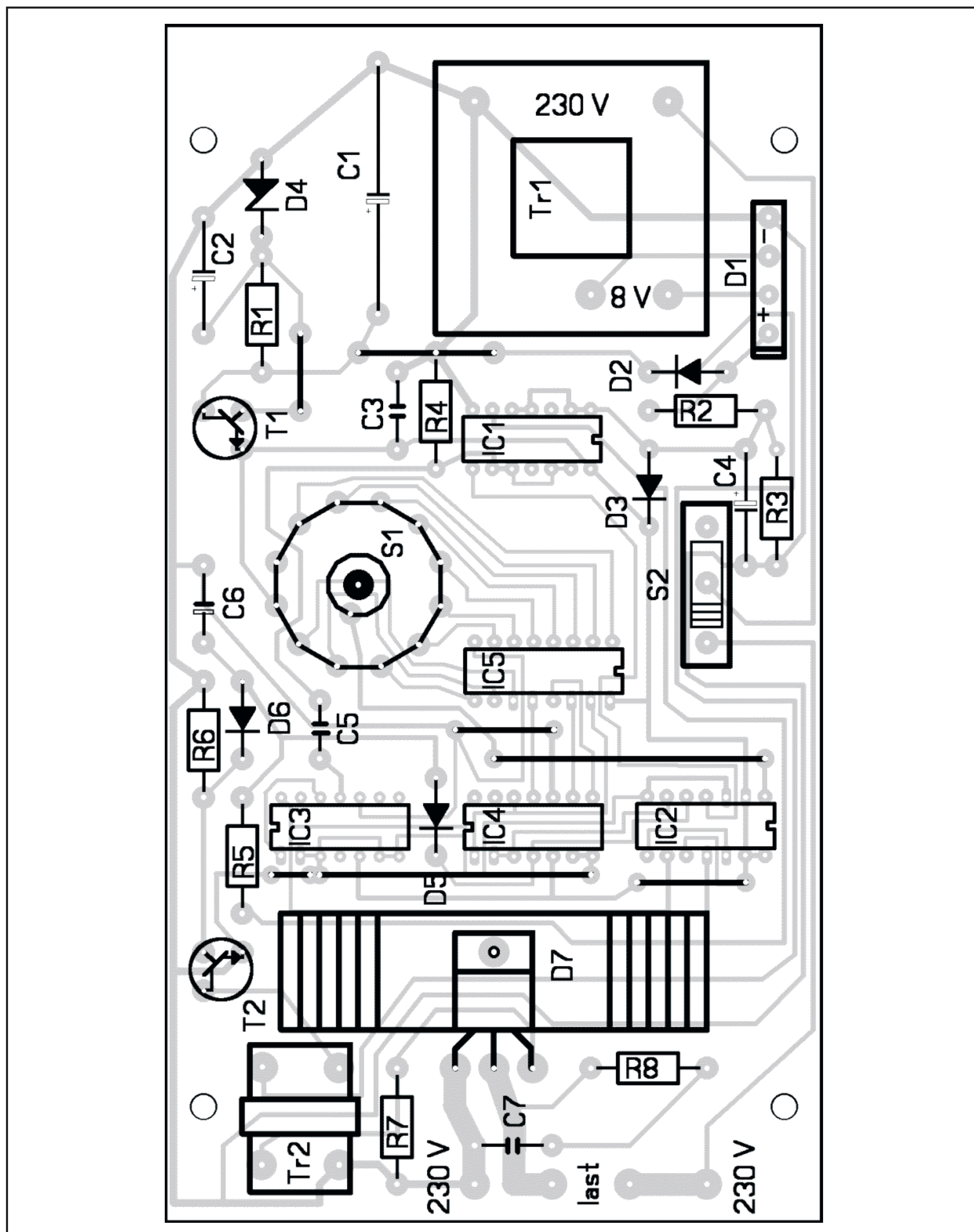
T1	1 x 8 V, 250 mA printtrafo
T2	ontsteektrafo, 1/10
S1	1 x 12 standenschakelaar
S2	schuifschakelaar, groot model
1	koelsterretje voor 2N1613
1	stukje koelprofiel SK04
1	Teko kastje model P3

te belastingsstroom voeren, van een dikke tinlaag te voorzien.

Testen van de schakeling
De schakeling kan getest worden met een gloeilamp als belasting. De lamp moet knipperen met een frequentie van 5 Hz. Naarmate de schakelaar S1 opengedraaid wordt, moet de intensiteit van de lamp toenemen.

Inbouw in een kastje
De inbouw in het kastje is zeer eenvoudig. In het frontpaneeltje worden vier gaten geboord voor de bevestiging van de print en een gat voor de schakelaar.

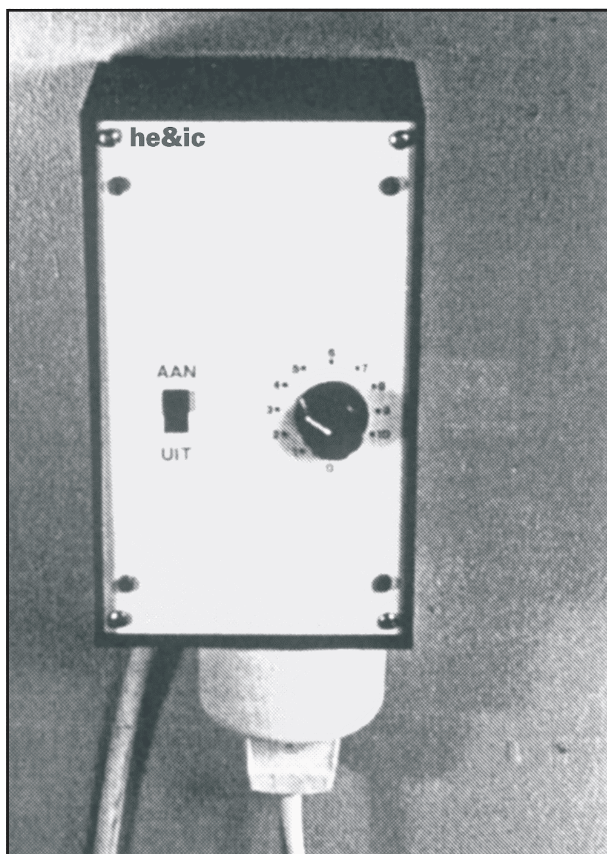
14.83 Vermogensregeling met "pakketbesturing"



Figuur 4/14.83-11: De componentenopstelling van de print.

14.83 Vermogensregeling met "pakketbesturing"

Een rechthoekig gat voor de aan/uit-schakelaar beëindigt de bewerking van de voorplaat. In de boven- en onderzijde van het plastic kastje worden een handjevol koelgaten geboord. Aan de onderzijde komt een gat voor de nettoevoer en kan een contactdoos worden gemonteerd voor het aansluiten van de belasting.
Het resultaat is voorgesteld in figuur 4/14.83-12.



Figuur 4/14.83-12: De schakeling is klaar voor gebruik.

Gebruik van de schakeling
Deze schakeling kan dan wel grote inschakelpiekstromen elimineren, maar trekt toch heel wat pulserend vermogen uit het net. Om hinderlijke intensiteitsdalingen van de verlichting in huis te voorkomen, veroorzaakt door de spanningsval in oude en slechte leidingen, verdient het aanbeveling de schakeling van de kachel via een nieuwe eigen leiding rechtstreeks uit een zekering van de meterkast te voeden.
De juiste instelling van de schakelaar is uiteraard afhankelijk van de buitentemperatuur, het vermogen van het kacheltje en de grootte van de te verwarmen ruimte. Een en ander kan alleen uit de praktijk blijken. Wel kan zonder meer worden verwacht dat de bouwkosten van de schakeling snel door de verminderde stookkosten zullen worden terugverdiend.

Belangrijke opmerking
Ondanks de aanwezigheid van een voedingstrafo is de volledige schakeling van deze vermogensregeling tóch rechtstreeks met het net verbonden en dus levensgevaarlijk. Wees zeer voorzichtig bij het eventueel experimenteren met de schakeling! Gebruik bij het experimenteren altijd een scheidingstrafo!

14.83 Vermogensregeling met "pakketbesturing"

14.83 Vermogensregeling met “pakketbesturing”

HOE MAAKT U DEZE PRINT?

OPTIE 1: zelf maken

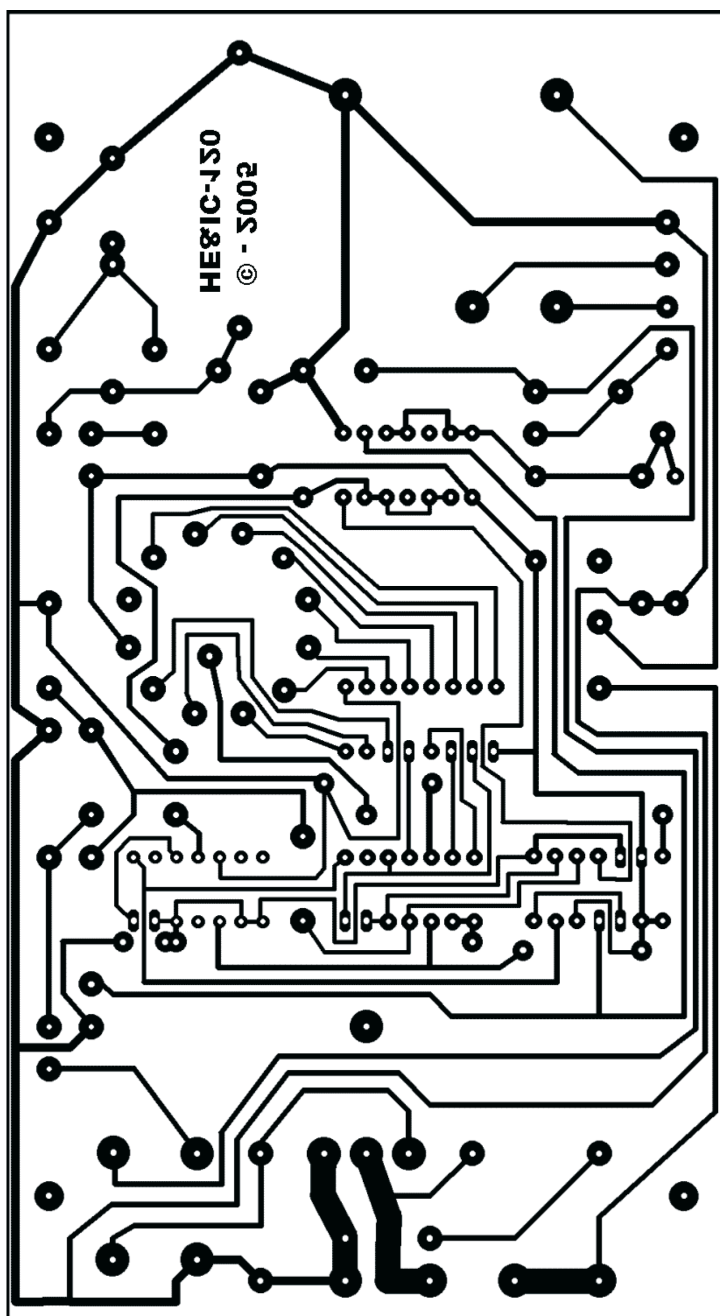
U scant deze pagina en drukt deze met een inkjet-printer af op A4 formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

OPTIE 2: via Internet

Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie “Printservice”. In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeldbewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

OPTIE 3: bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post het printontwerpje op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.



Figuur 4/14.83-10: De print voor de schakeling.

14.83 Vermogensregeling met “pakketbesturing”

4/14-G

Overige schakelingen: Spelletjes

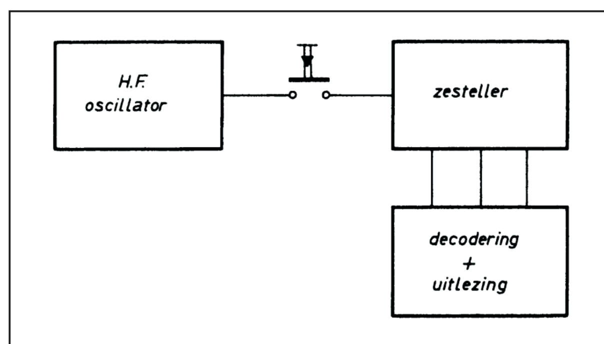
Inhoud

4/14.75

Een unieke elektronische dobbelsteen

Inleiding
Toen de oude Egyptenaren 2000 jaar voor onze tijdrekening de lange tocht naar de eeuwigheid voor hun dierbare afgestorvenen veraangenaamden door ze enige dobbelstenen mee te geven, zullen ze wel niet vermoed hebben dat dit spel ongeveer 4000 jaar later nog steeds even populair zou zijn. Behalve dat de twintigste-eeuwse dobbelsteen uit een machine rolt en de oud-Egyptische het resultaat was van noeste huisvlijt, is er aan dit kansspel eigenlijk niets veranderd.
Door combinatie van de moderne elektronische technologie en een TV-loos avondje, kan men deze 4000 jaar stilstand met één stap overbruggen: deze unieke dobbelsteen is het resultaat.

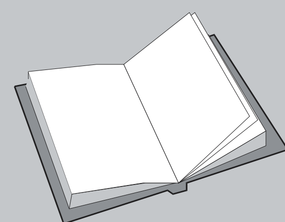
Ontwerpfilosofie
Theoretisch is het zeer eenvoudig een dobbelsteen elektronisch na te bouwen. De zes verschillende worpresultaten kunnen gesimuleerd worden door een telsysteem, dat zes verschillende toestanden bevat. Het kanselement in het spel, namelijk het rondtollen van de steen en het op een willekeurig cijfer tot stilstand komen, wordt verkregen door dit telsysteem gedurende een willekeurige tijd pulsen van een snelle oscillator te laten tellen.
Tenslotte moet er nog een schakeling bijkomen, die de digitale inhoud van de teller vertaalt in voor mensen begrijpelijke symbolen. Het basisontwerp is in figuur 4/14.75-1 geschetst.



Figuur 4/14.75-1: Het basisprincipe van een electrische dobbelsteen.

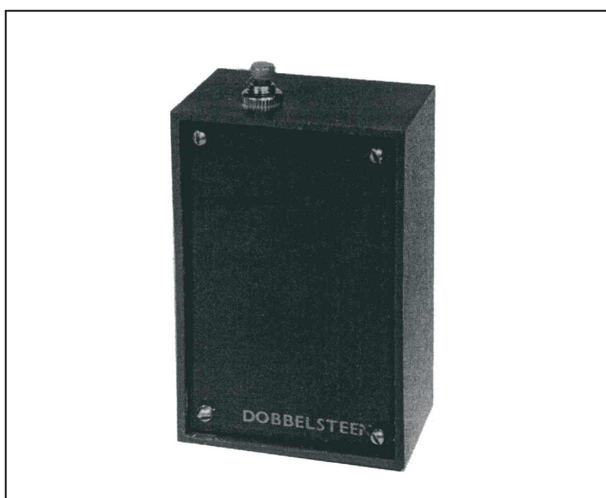
De uitlezing
Wat de uitlezing betreft, kunnen verschillende paden gevolgd worden. De

LEES OOK:
Hoofdstuk 4/14.65
Hoofdstuk 4/15.6



14.75 Een unieke elektronische dobbelsteen

eerste methode is de klassieke dobbelsteenuitvoering: zeven LED's in de karakteristieke vorm opgesteld, delen door al dan niet op te lichten mee of de speelgodin geluk of ongeluk voor de speler in petto had. Om de in de zesteller opgeslagen BCD-informatie om te vormen in stuursignalen voor de LED's zijn vrij complexe decodeerschakelingen nodig. Het alternatief is afdwalen van het klassieke pad en de uitslag van de dobbelsteenworp onder de vorm van een arabisch cijfer presenteren. Hier doen zich praktische problemen voor.
De bekende zevensegment indicatoren zijn onbruikbaar vanwege hun kleine afmetingen. Is men evenwel bereid een druilerige zondagmiddag op te offeren aan de zelfbouw van een zevensegment grootbeeld display, dan zijn alle problemen uit de weg geruimd en is het resultaat het in eerste instantie weinig indrukwekkend kastje dat in figuur 4/14.75-2 wordt voorgesteld. Onder een plaatje uit plexiglas zit het display verborgen.

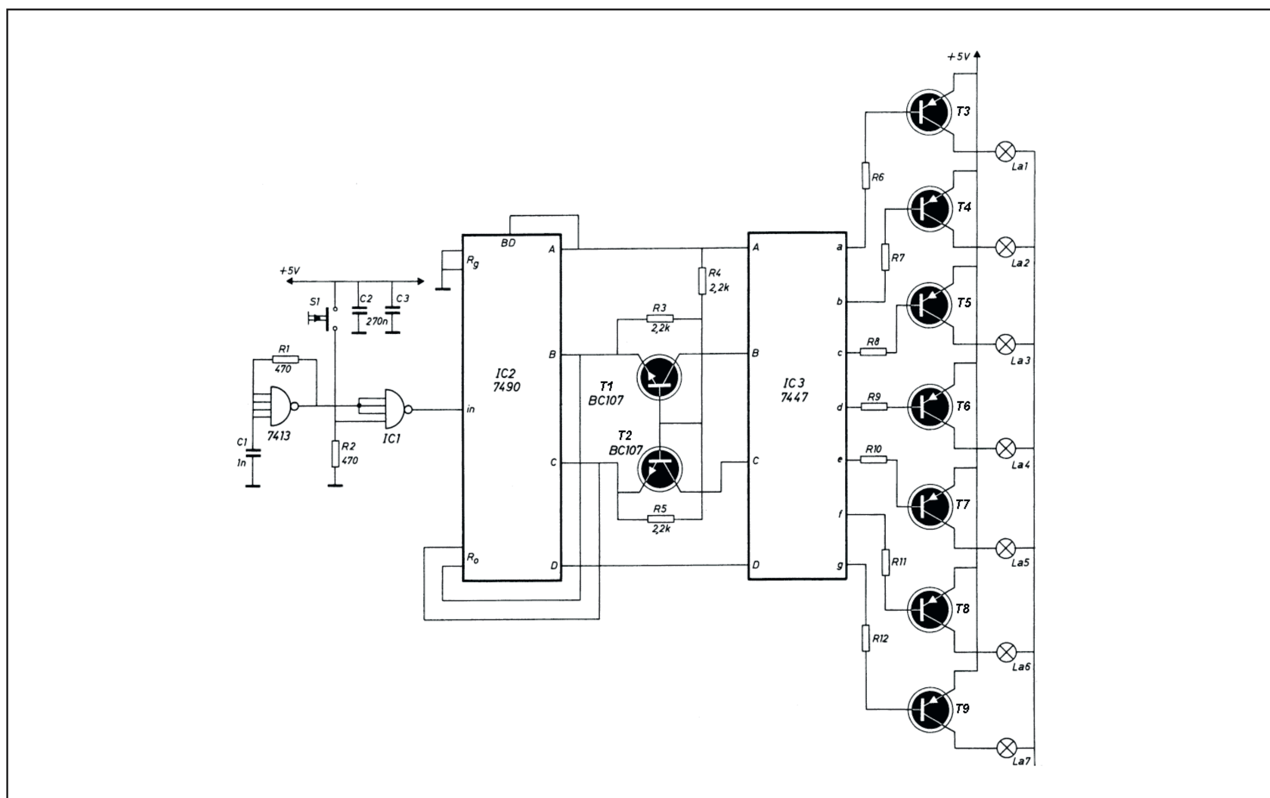


Figuur 4/14.75-2: Deze dobbelsteen zit in een standaard Teko-kastje, waarvan de voorzijde is omgevormd tot een grootbeeld zevensegment display.

Het praktisch schema
In figuur 4/14.75-3 is het elektronisch hart van de dobbelsteen getekend. De snelle oscillator wordt opgebouwd rond een 7413 schmitt-trigger. Met de gekozen waarde voor C1 en R1 ligt de frequentie bij 1,3 MHz. De oscillator is vrijlopend. De tweede poort voert het kanselement in de schakeling in. Weerstand R2 zorgt voor een "L" op de onderste ingang, zodat de poortuitgang "H" is. Als op de drukknop S1 gedrukt wordt, gaat de poort open en de 1,3 MHz pulsen sturen de teller. Het aantal pulsjes dat doorgelaten wordt en dus de uiteindelijke stand van de teller, lijkt afhankelijk te zijn van de tijd, dat men de drukknop ingedrukt houdt. De zeer hoge klokfrequentie en de in vergelijking daarmee zeer trage menselijke vingerbewegingen zorgen evenwel voor een volkomen willekeurige en door het toeval bepaalde tellerstand.
Als teller dient een 7490, die als zesdeler geschakeld is. Bij de zevende teltoestand worden de uitgangen B en C "H". Deze signalen sturen de reset-nul ingangen, zodat de teller gereset wordt.
Daar gekozen is voor een zevensegment uitlezing moet voor de omzetting van de tellerinhoud een 7447 gebruikt worden. Hier komt evenwel een eigenaardigheid van een dobbelsteen voor onaangenaamheden zorgen. De steen heeft als standen de cijfers 1-2-3-4-5-6 en de elektronische 7490-7447 combinatie tovert 0-1-2-3-4-5 op het display!

Code-omzetter
Besluit is dat het cijfer 0 op de een of andere manier in het cijfer 6 moet omgevormd worden. Het eenvoudigst gaat dit door de decoder als het ware te bedriegen.

14.75 Een unieke elektronische dobbelsteen



Figuur 4/14.75-3: Het volledig schema van de dobbelsteen.

Als de tienteller op nul staat (dus "L-L-L-L" aflevert) wordt de 7447 wijsgemaakt dat de telinhoud zes ("L-H-H-L") is. Transistoren T1 en T2 en weerstanden R3-R4-R5 lenen zich voor dit spelletje. In figuur 4/14.75-4 is de codetransformatie in beeld gebracht. In teltoestand 1 zijn alle vier uitgangen van de 7490 "L". Gevolg is, dat de beide transistoren sperren. De ingangen B en C van de 7447 hangen dus in de lucht. Het IC interpreteert dit alles als een "H"-niveau en levert aan de uitgangen signalen, die een cijfer 6 op het display zichtbaar maken.

In toestand 2 wordt uitgang A van de tienteller "H". De beide transistoren T1 en T2 ontvangen basisstroom via R4. De geleidende transistoren verbinden uit- en ingangen van beide IC's met elkaar. Het display wordt "1".

In de overige vier toestanden is steeds één van de uitgangen B en C van de 7490 "H", zodat de transistor, wiens emitterpotentiaal laag is, geleidt.

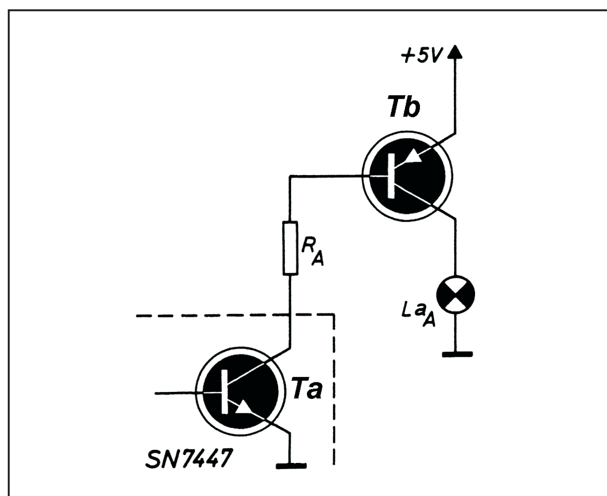
tel-toestand	uitgangen 7490				ingangen 7447			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	0	0	0	0	0	1	1	0
2	1	0	0	0	1	0	0	0
3	0	1	0	0	0	1	0	0
4	1	1	0	0	1	1	0	0
5	0	0	1	0	0	0	1	0
6	1	0	1	0	1	0	1	0
7	0	1	1	0	0	1	1	0

Figuur 4/14.75-4: De code-omzetting toegelicht aan de hand van een waarheidstabel.

14.75 Een unieke elektronische dobbelsteen

Uitgangstrap

De 7447 is helaas niet in staat om rechtstreeks de 100 mA lampjes te sturen. Een transistortrapje wordt tussengeschakeld. De werking van de-ze trap wordt aan de hand van figuur 4/14.75-5 verduidelijkt. Het decoder-IC heeft een open-collector uitgang. Als een segment moet oplichten, geleidt de transistor Ta. Gevolg is, dat er stroom vloeit door de weerstand Ra. De basis van transistor Tb krijgt sturing, zodat de halfgeleider geleidt. Het lampje wordt met de voeding verbonden. Als Ta spert, kan er geen stroom door de weerstand vloeien, zodat Tb eveneens spert en het lampje dooft.



Figuur 4/14.75-5: Het aansturen van de 100 mA lampjes.

Laatste opmerkingen over het schema

De condensatoren C2 en C3 zorgen voor een effectieve onderdrukking van stoorpulsen, die via de voeding binnenkomen.

De bouw van de dobbelsteen

Bij de mechanische constructie van de dobbelsteen komt nogal wat kijken. Opgemerkt moet worden, dat het geheel is ontworpen voor inbouw in een Teko model P1 kastje. In figuur 4/14.75-6 op de laatste pagina van dit hoofdstuk is het printje getekend. Eén helft bevat de elektronische schakeling. De andere helft dient als masker voor de grootbeeld uitlezing. Zoals uit de foto van figuur 4/14.75-2 blijkt, wordt het metalen dekseltje van het kastje vervangen door dit deel van de print.

De verschillende stappen van de voorbereiding van het solderen worden nu puntsgewijs besproken.

- Het printje wordt doorgezaagd. De zaagsnede moet vallen in het maskergedeelte van de print, zoniet dan wordt de buitenste geleider weggezaagd! Het masker wordt voorlopig terzijde gelegd.
- Van het "elektronische" printje worden de vier hoekjes weggezaagd.
- Het Teko kastje is aan de zijkanten voorzien van 16 printgeleiders. Deze worden met een scherpe beitel afgestoken.
- Indien de afmetingstolerantie van de print wat te groot is, kan het nodig zijn met een stukje schuurpapier de print passend af te slijpen.
- Het printplaatje wordt, met de koperzijde naar boven, op de bodem van het kastje gelegd. Met een 3,5 mm boor worden dan twee gaatjes geboord, waarmee de afgemonteerde print later in het kastje gemonteerd wordt.

Montage van de print

Vervolgens kan het printje volgens figuur 4/14.75-7 bestukt worden. Opgemerkt moet worden dat de maximale bouwhoogte 10 mm is! IC-voetjes zijn dus uit den boze. Voor de rechtopstaande weerstandjes zijn 1/8 W typen noodzakelijk.

14.75 Een unieke elektronische dobbelsteen

ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, 1/8 W, 5 %

R1-R2	470	Ω
R3-R4-R5	2,2	kΩ
R6-R11	820	Ω

CONDENSATOREN

C1	1	nF	MKH
C2-C3	270	nF	MKH

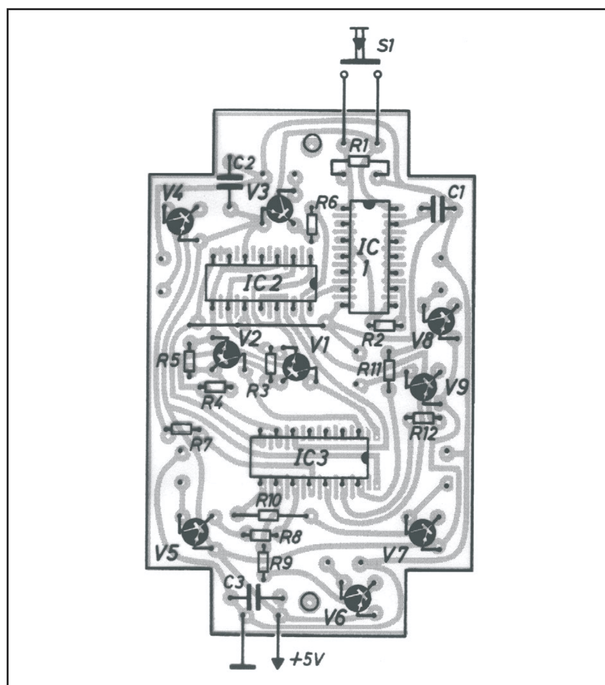
HALFGELEIDERS

T1,T2	BC107
T3-T9	BC177
IC1	7413
IC2	7490
IC3	7447

DIVERSEN

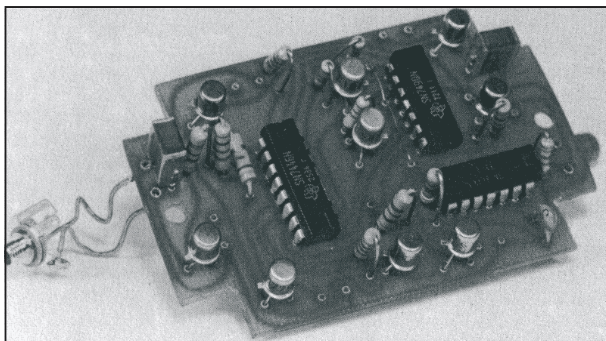
1	miniatuur drukschakelaar
1	2,5 mm oortelefoonplugje plus chassisdeel
1	Teko model P1 kastje
7	miniatuur 6 V - 100 mA lampje
2	10 mm afstandsbusje
2	M3x15 boutje
2	M3 moertje

Het langste beentje moet vlak bij het weerstandslichaam omgebogen worden, zoniet dan worden de bouwverordeningen overschreden! De twee draadbruggetjes spruiten uit hetzelfde gat voort.
Hoewel de elektronische schakeling zeer eenvoudig is, vertoont de koperzijde van de print veel gelijkenis met een luchtfoto van de Randstad: weinig groen en een uitgebreid, dichtopeengepakt wegennet. Solderen met een fijne punt is dan ook een must om draadbruggen te voorkomen.
Na het monteren blijven 14 gaatjes over. Hier vinden later de segment-lampjes onderdak.
De foto van figuur 4/14.75-8 geeft een indruk van de compleet gemonteerde print.



Figuur 4/14.75-7: De componentenopstelling van de print.

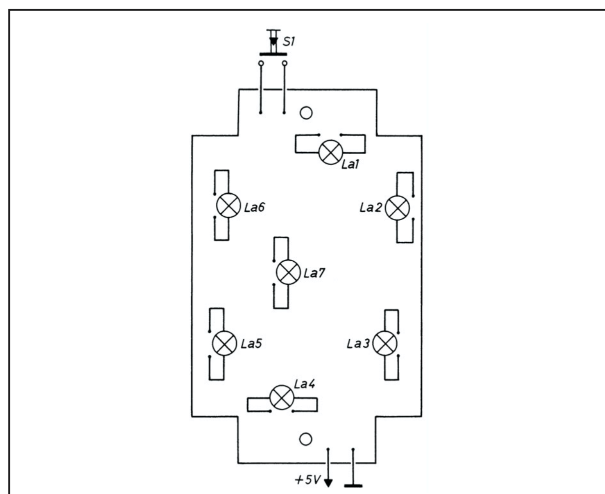
14.75 Een unieke elektronische dobbelsteen



Figuur 4/14.75-8: De compleet gemonteerde print.

De eindmontage
Als indicatie worden zeven miniatuur 6 V, 100 mA gloeilampjes gebruikt. In de vorm waaronder de fabrikant ze aflevert zijn deze echter te groot voor onze toepassingen. Het koperen hulsje met schroefdraad moet worden gesloopt. Dit lijkt moeilijker dan het is. Het blijkt namelijk dat de witte kit, die koper en glas aan elkaar hecht, allergisch is voor soldeerbout hitte. Na ongeveer 30 seconden opwarmen komt het hulsje los zitten en smelt eveneens de soldeer, die de lamp-draadjes met het hulsje verbindt. Met een tangetje kan men dan het glazen lamplichaampje vrijmaken. Na een test, waaruit blijkt dat de lampjes deze mishandelingen hebben overleefd, worden ze volgens figuur 4/14.75-9 op de **koperzijde** van de print gesoldeerd.
Vervolgens worden vier twee cm lange dunne en soepele draadjes op de print gesoldeerd op de koperzijde, voor de aansluitingen van drukknop en 5 V voeding.

Afwerken van de behuizing
Volgende handeling is het boren van twee gaatjes voor deze drukknop en de voedingstoevoer, in de smalle zijde van het kastje. Deze gaatjes zitten 13 mm van de bovenste rand van het kastje (gemeten van het gatmiddelpunt) en 17 mm van de rand. De drukknop is het over-bekende miniatuurtype uit het land van de rijzende yen, voor de voeding wordt een 2,5 mm hoofdtelefoonplug gebruikt.
De print wordt met twee 10 mm lange afstandsbusjes en evenveel M3x15 mm boutjes en twee M3 moertjes in het kastje bevestigd. De druktoets en voedingsklem worden vastgeschroefd en met het printje verbonden.



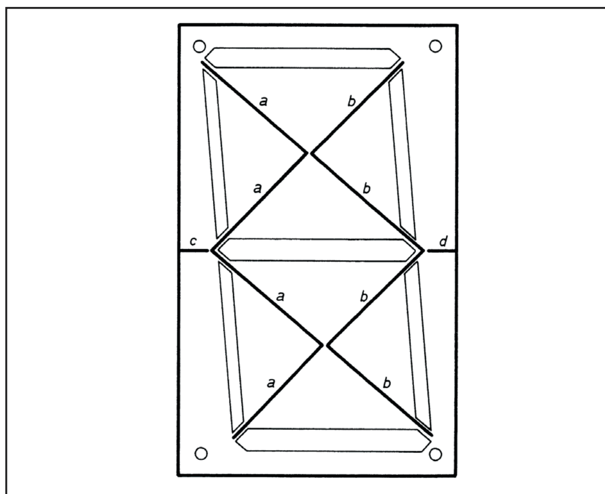
Figuur 4/14.75-9: De plaats van de zeven lampjes op de **koperzijde** van de print.

Vervolgens kan het printje worden getest. Duidelijk blijkt, dat het licht van de brandende lampjes door het koper van de print weerkaatst wordt. Dit beïnvloedt de kwaliteit van de uitlezing in negatieve zin. Daarom wordt een zwartgeschilderd kartonnen masker, met uiteraard uitsparingen voor de lampjes, over de print gelegd.

De maskerprint
De maskerprint wordt onder nu handen genomen. Uit een conservenblik wordt een strook van 12 mm breedte gesne-

14.75 Een unieke elektronische dobbelsteen

den. Uit deze strook worden 4 schotjes a-b-c-d vervaardigd, zoals in figuur 4/14.75-10 is getekend. De schotjes a en b worden zig-zag-vormig gebogen. Nadien wordt de hele zaak op de print vastgesoldeerd. Het segmentmaskertje wordt als deksel op het kastje gezet. De dobbelsteen is nu klaar. Ter bevordering van het optisch effect is het zeer gewenst een rood of groen plexiglas filtertje als afdekking over het kastje aan te brengen.



Figuur 8/2.2-10: Op deze manier worden de metalen afschermingsplaatjes op de maskerprint vastgesoldeerd.

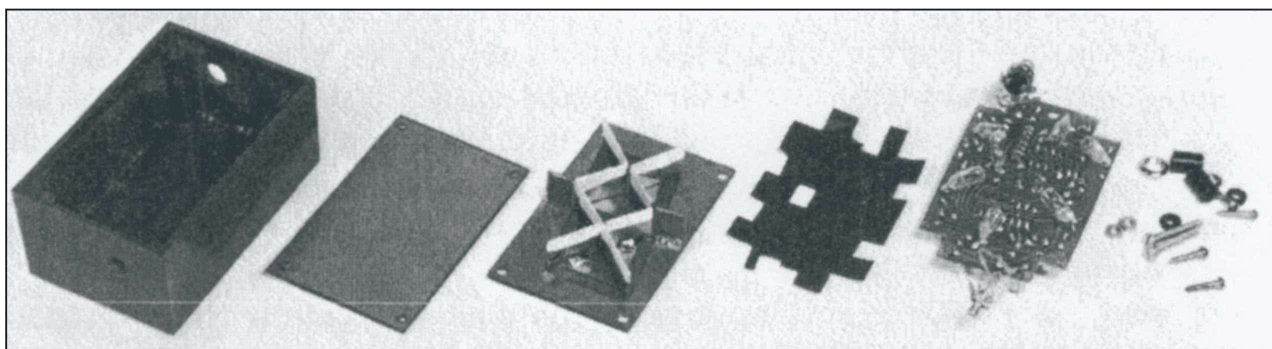
De uitlezing krijgt er een zeer mooi uiterlijk door. De combinatie masker-filter kan met vier dunne houtschroefjes op het kastje geschroefd worden.

Tot slot

Figuur 4/14.75-11 geeft een impressie van alle beschreven montagestappen en de diverse onderdelen die in het Teko kastje worden gemonteerd.

Het enige nadeel van deze dobbelsteen is dat een aansluiting op een externe **gestabiliseerde** 5 V voeding noodzakelijk is. Van gestabiliseerde 5 V voedingen zijn reeds vele schema's gepubliceerd. Het stroomverbruik is, afhankelijk van het cijfer dat werd "geworpen" maximum 700 mA.

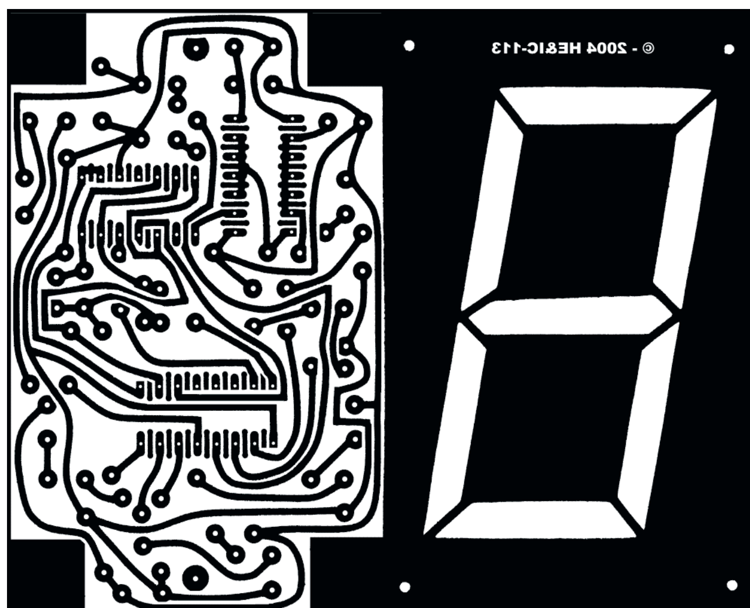
Voor wie de dobbelsteen in een ruimere behuizing wil monteren volgt tenslotte nog een tip. Als men parallel aan weerstand R2 een grote elco schakelt (470 tot 1.000 µF) krijgt het ontwerp er een spanningselement bij. Na het loslaten van de drukknop blijft de dobbelsteen nog ongeveer twee seconden "uitrollen". De door S1 opgeladen elco ontlaadt (langzaam) via R2 en houdt de poortingang dus nog een tijd op logisch "H"-niveau.



Figuur 4/14.75-11: De onderdelen van de dobbelsteen.

14.75 Een unieke elektronische dobbelsteen

14.75 Een unieke elektronische dobbelsteen



Figuur 4/14.75-6: De print voor de dobbelsteen.

HOE MAAKT U DEZE PRINT?

OPTIE 1: zelf maken

U scant deze pagina en drukt deze met een inkjet-printer af op A4 formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

OPTIE 2: via Internet

Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie “Printservice”. In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeldbewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

OPTIE 3: bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post het printontwerpje op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

14.75 Een unieke elektronische dobbelsteen

4/14-I

Overige schakelingen: Tijd en chronometer schakelingen

Inhoud

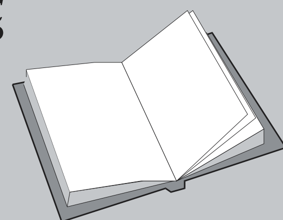
4/14.84

Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten

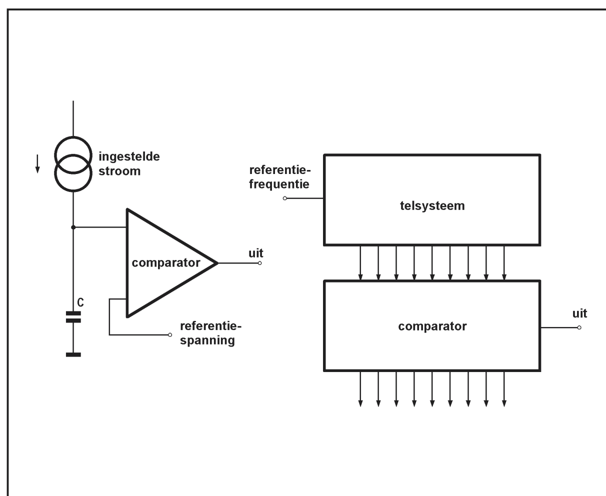
Inleiding
De tijd is een vreemd verschijnsel. Enerzijds worden wetenschappelijke en filosofische denkers reeds eeuwen geconfronteerd met de beperkingen van de menselijke geest bij het zoeken naar een sluitende definitie voor dit begrip. Anderzijds is de tijd zo in het dagelijkse leven doorgedrongen dat we er letterlijk mee naar bed gaan en er mee opstaan.
Redenerend met aardse normen kan de tijd het best gedefinieerd worden als de mate van ongelijkheid tussen het plaatsvinden van twee verschijnselen. Om deze mate van ongelijkheid of kortweg dit tijdverschil te kunnen meten en reproduceren, heeft de mens in de loop der eeuwen steeds geperfectioneerdere apparaten bedacht, van de zandloper over de water- en mechanische klokken tot aan de moderne cesium atoomklok.
De in dit hoofdstuk beschreven schakelklok is een nauwkeurige en eenvoudig na te bouwen elektronische zandloper met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten. De klok schakelt na afloop van de ingestelde tijd een relais uit en een acoustisch signaal in.

Ontwerpfilosofie
Een elektronische schakeling die een tijdverloop moet meten, kunt u op twee manieren opbouwen. De eenvoudigste en goedkoopste is de analoge waarbij de spanning over een condensator, die door een gedefinieerde stroom wordt opgeladen, als elektronisch equivalent van de tijd wordt beschouwd. De tweede manier is de digitale, waarbij een telsysteem door pulsen met een gedefinieerde frequentie wordt gestuurd en waar de inhoud van het telsysteem als maat voor de tijd wordt gebruikt. Beide systemen worden vergeleken in figuur 4/14.84-1.
Beide manieren hebben voor- en nadelen.
De analoge schakeling is goedkoop, maar heeft het nadeel dat het bereik en de ijking afhankelijk zijn van de toleranties van de gebruikte onderdelen en voor een nabouwproject, waar de meest vreemdsoortige componenten gebruikt worden, moeilijk universeel is te maken.

LEES OOK:
Hoofdstuk 4/14.12
Hoofdstuk 4/14.13
Hoofdstuk 4/14.32
Hoofdstuk 4/14.45



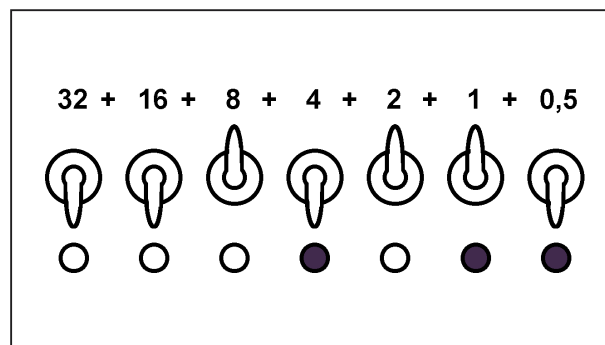
14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten



Figuur 4/14.84-1: Vergelijking van het principe van de analoge en de digitale tijdschakeling.

De ijking is dus het probleem van de nabouwer en deze zal er, bij gebrek aan apparatuur, niet in slagen de schakelklok nauwkeurig te ijken. Een tweede nadeel van de analoge schakelingen is dat het zeer moeilijk is er lange tijden mee in te stellen. Dan laten allerlei moeilijk in de hand te houden eigenschappen, zoals temperatuur, lekstromen en isolatieweerstanden hun invloed gelden.
De digitale methode heeft deze nadelen niet. De nauwkeurigheid is alleen afhankelijk van de nauwkeurigheid van de referentiefrequentie. Het bereik kan zonder moeilijkheden zo groot gemaakt worden als u wilt. Het nadeel van de digitale ontwerpen is dat codeconverties moeten worden toegepast. De schakelingen in het apparaat werken immers per definitie met de digitale binaire code en de tijdcodering werkt volgens een zestigdelig stelsel. Tussen de tijdinstelschakelaars en de digitale schakeling en tussen deze schakeling en de indicatoren moeten dus "vertalers" worden geschakeld, waardoor het ontwerp complex wordt.

Bij het ontwerp van deze schakelklok is gekozen voor een compromis. De klok werkt digitaal, maar het instellen van de gewenste tijd en de indicatie van de getelde tijd gebeurt eveneens binair. De wijze waarop dit compromis werkt is voorgesteld in figuur 4/14.84-2.



Figuur 4/14.84-2: Bij deze tijdklok wordt de tijd ingesteld door middel van zeven schakelaars. De tijd is gelijk aan de som van de binaire "gewichten" van de ingedrukte schakelaars.

De tijd wordt ingesteld met zeven schakelaars. Iedere schakelaar heeft een bepaald "binair gewicht". Deze gewichten volgen de binaire code en zijn dus respectievelijk gelijk aan 0,5 - 1 - 2 - 4 - 8 - 16 - 32. De ingestelde tijd is gelijk aan de som van de gewichten van de ingedrukte schakelaars. In het voorbeeld van figuur 4/14.84-2 zijn de schakelaars 8, 2 en 1 ingedrukt en de ingestelde tijd is dus 8 + 2 + 1 = 11. De indicatie van de getelde tijd geschiedt op dezelfde wijze. Onder de schakelaars bevinden zich zeven LED's, die door al dan niet te branden aanduiden hoe het telproces vordert. In het voorbeeld van figuur 4/14.84-2 branden de LED's 4, 1 en 0,5, zodat 4 + 1 + 0,5 = 5,5 eenheden zijn geteld.
Deze methode lijkt een beetje moeilijk, maar na even wennen zult u de schakel-

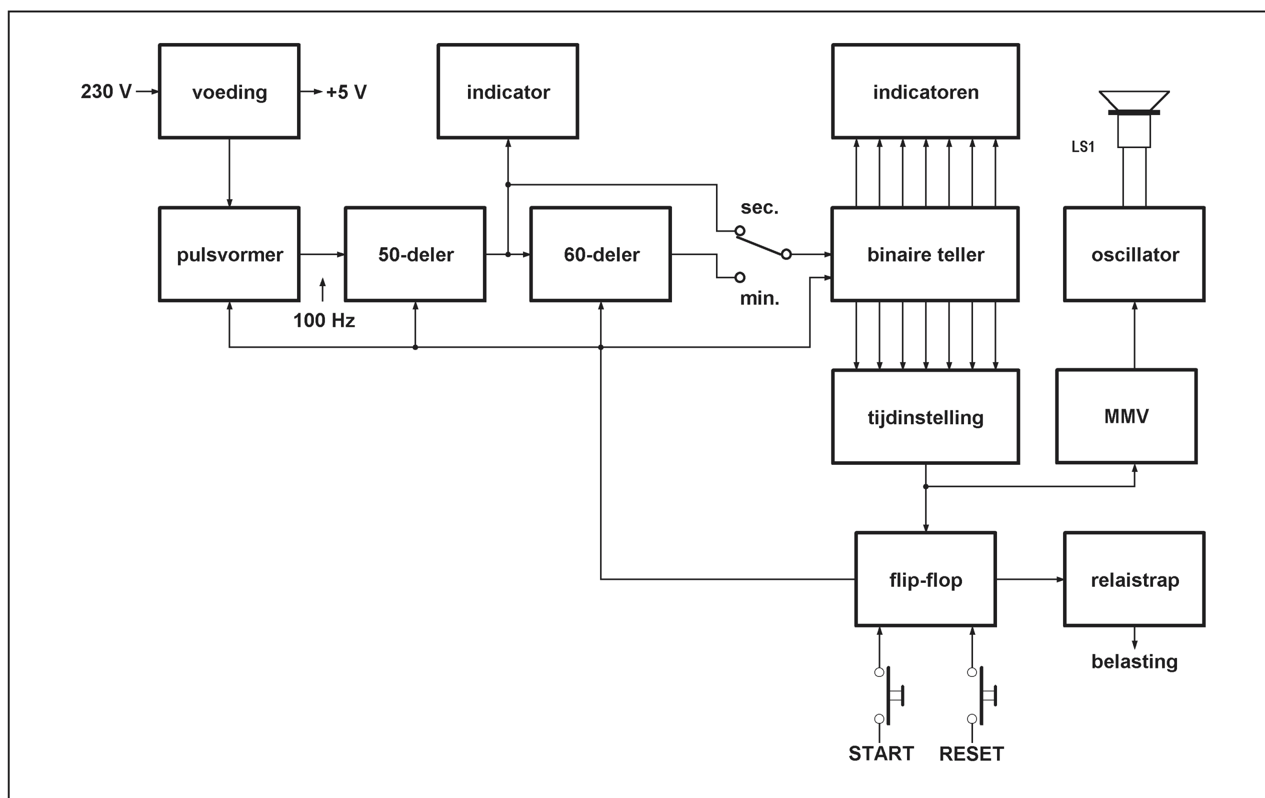
14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten

klok zonder problemen bedienen. Om het apparaat zo universeel mogelijk te maken zijn twee bereiken ingevoerd. In het eerste bereik telt de klok seconden, zodat dit bereik gaat van 0,5 seconde tot en met 63,5 seconden. De resolutie is 0,5 seconde. In de tweede stand van de bereikenschakelaar telt het apparaat minuten, zodat de instelgrenzen 0,5 minuut en 63,5 minuten zijn. In deze stand kunt u de klok gebruiken bij het vervaardigen van printen (5 minuten belichten, 3 minuten ontwikkelen, 15 minuten etsen), terwijl er uiteraard eveneens toepassingen in de keuken te bedenken zijn.
De klok stuurt een relais, zodat u bijvoorbeeld uw belichtingsbak rechtstreeks op het apparaat kunt aansluiten. Voor toepassingen waar deze rechtstreekse sturing niet mogelijk is (in de keuken, bijvoorbeeld), is een acoustisch alarm ingebouwd dat na het verlopen van de ingestelde tijd gedurende vijf seconden een doordringend fluittoontje laat horen.
Behalve de acht reeds genoemde schakelaars is de klok uitgerust met een netschakelaar, een START-toets en een RESET-knop. Bij het inschakelen van de klok gaat een LED continu branden. Drukt u op de START-knop, dan start het telproces en wordt het relais bekrachtigd. De eerdergenoemde LED gaat bovendien knipperen met een frequentie van 2 Hz, zodat u een zichtbare indicatie van het in werking zijn krijgt. Bij het bedienen van de RESET-schakelaar valt het relais af en reset de gehele schakeling.

Blokschema van de schakelklok

Het blokschema van de schakeling is in figuur 4/14.84-3 weergegeven. Een geïntegreerde spanningsregelaar verzorgt de +5 V voeding voor de schakeling. Uit de voeding wordt een 100 Hz signaal betrokken dat in een pulsvormer wordt ontdaan van stoorpulsen en geschikt gemaakt voor het sturen van de TTL-schakelingen waarmee het apparaat is opgebouwd. Een 50-deler deelt deze impulsen, zodat aan de uitgang een signaal met een frequentie van 2 Hz ontstaat. Deze pulstrein stuurt de indicator en wordt aan één contact van de bereikenschakelaar aangeboden. Een 60-deler voorziet het tweede contact van deze schakelaar van halve minuut pulsen.
Het hart van de schakeling is een binaire telketen, opgebouwd uit zeven als tweedeler geschakelde flip-flop's. Deze bistabiele elementen sturen enerzijds de indicator-LED's en anderzijds de instelschakelaars. In rust worden alle telsystemen en de pulsvormer koest gehouden door een uitgang van de start-reset flip-flop. Dit IC beveelt eveneens de relaistrap. Drukt u op de START-toets, dan schakelt de FF om en de tellers worden vrijgemaakt. Het relais schakelt in, de belasting wordt met het net verbonden. Nadat de ingestelde tijd is geteld, stuurt de tijdinstelling een resetimpuls naar de start-reset flip-flop. De volledige telketen wordt gereset en het relais valt af. Bovendien stuurt de tijdinstelling een puls naar een monostabiele multivibrator. Deze heeft een periode van ongeveer vijf seconden. De uitgang van deze MMV stuurt gedurende deze tijd een oscillator, verbonden met de luidspreker.
Het telproces kan afgebroken worden door het bedienen van de RESET-drukknop. De flip-flop schakelt om, de tellers worden gereset en het relais afgeschakeld. Uiteraard wordt de monostabiele schakeling niet gestuurd. U kunt het telproces dus steeds afbreken.

14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten



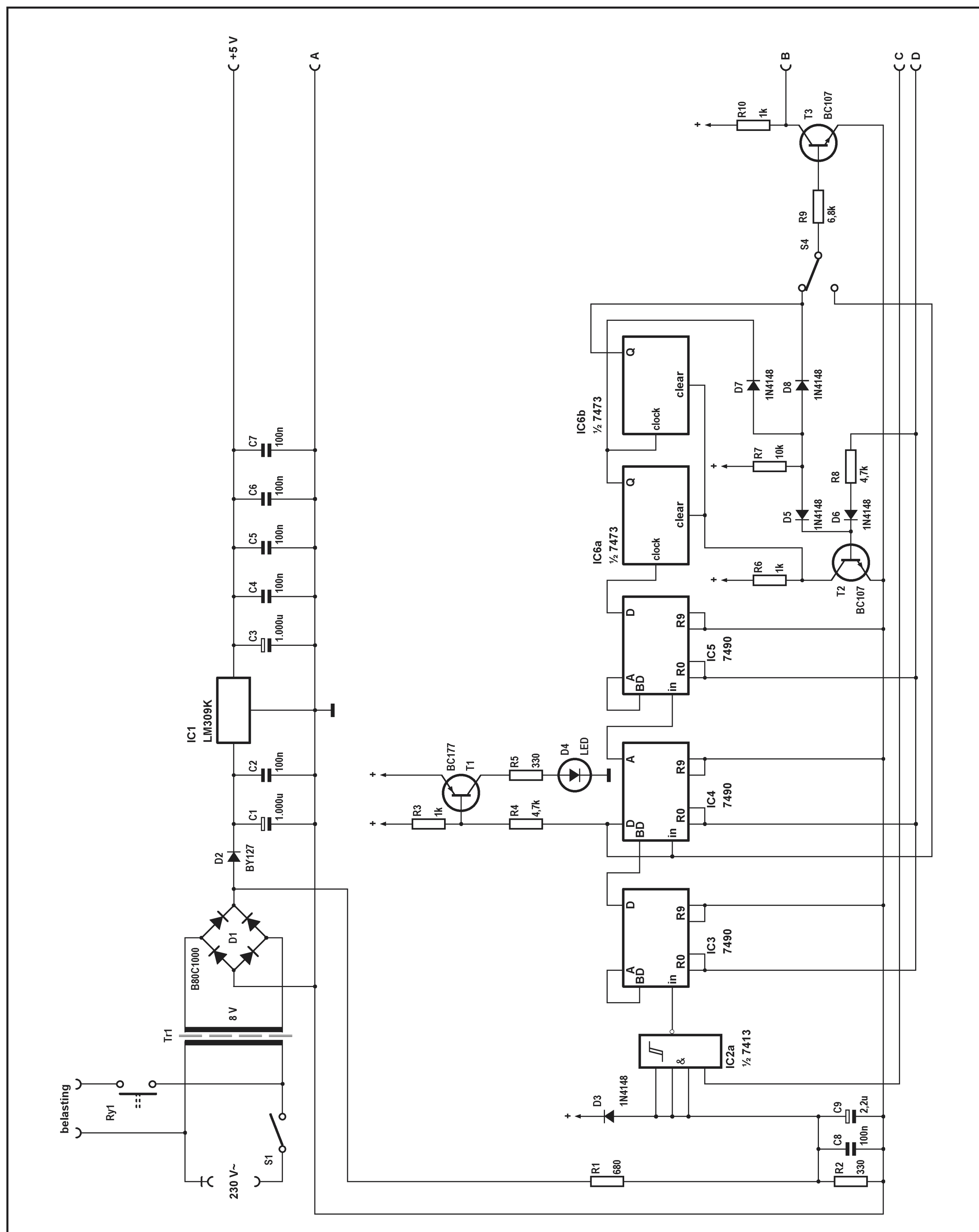
Figuur 4/14.84-3: Het blokschema van de schakeling.

Het uitgewerkte schema

Figuur 4/14.84-4 geeft het volledige schema van de schakelklok. De 8 V wisselspanning van de trafo wordt gelijkgericht door de brug D1. De diode D2 scheidt de gelijkgerichte spanning van de afvlakelco C1. De 100 Hz pulsen na de brug sturen namelijk eveneens de pulsvormer. De +5 V voedingsspanning wordt verzorgd door een geïntegreerde spanningsregelaar IC1. De condensatoren C4, C5, C6 en C7 zijn, gespreid over de print, geschakeld tussen de voeding en de massa en vrijwaren de voedingslijn van stoorimpulsen die het telproces in de war kunnen sturen. De pulsvormer is op de bekende wijze opgebouwd rond een geïntegreerde schmitt-trigger IC2a. De condensatoren C8 en C9 zuiveren het 100 Hz referentiesignaal. De 50-deler is opgebouwd uit de tienteller IC3 en een deel van IC4. De D-uitgang van IC3 stuurt de BD-ingang van IC4. Van dit laatste IC wordt dus de 5-deler gebruikt. Aan de D-uitgang verschijnen 2 Hz impulsen. Deze uitgang is verbonden met de bereikenschakelaar S4 en met de indicatorschakeling rond LED D4. In rust is IC4 gereset en is de D-uitgang "L". De basis van T1 is dus via R4 met massa verbonden, zodat de transistor geleidt en de LED met de voedingsspanning wordt verbonden. Deze halfgeleider licht op.

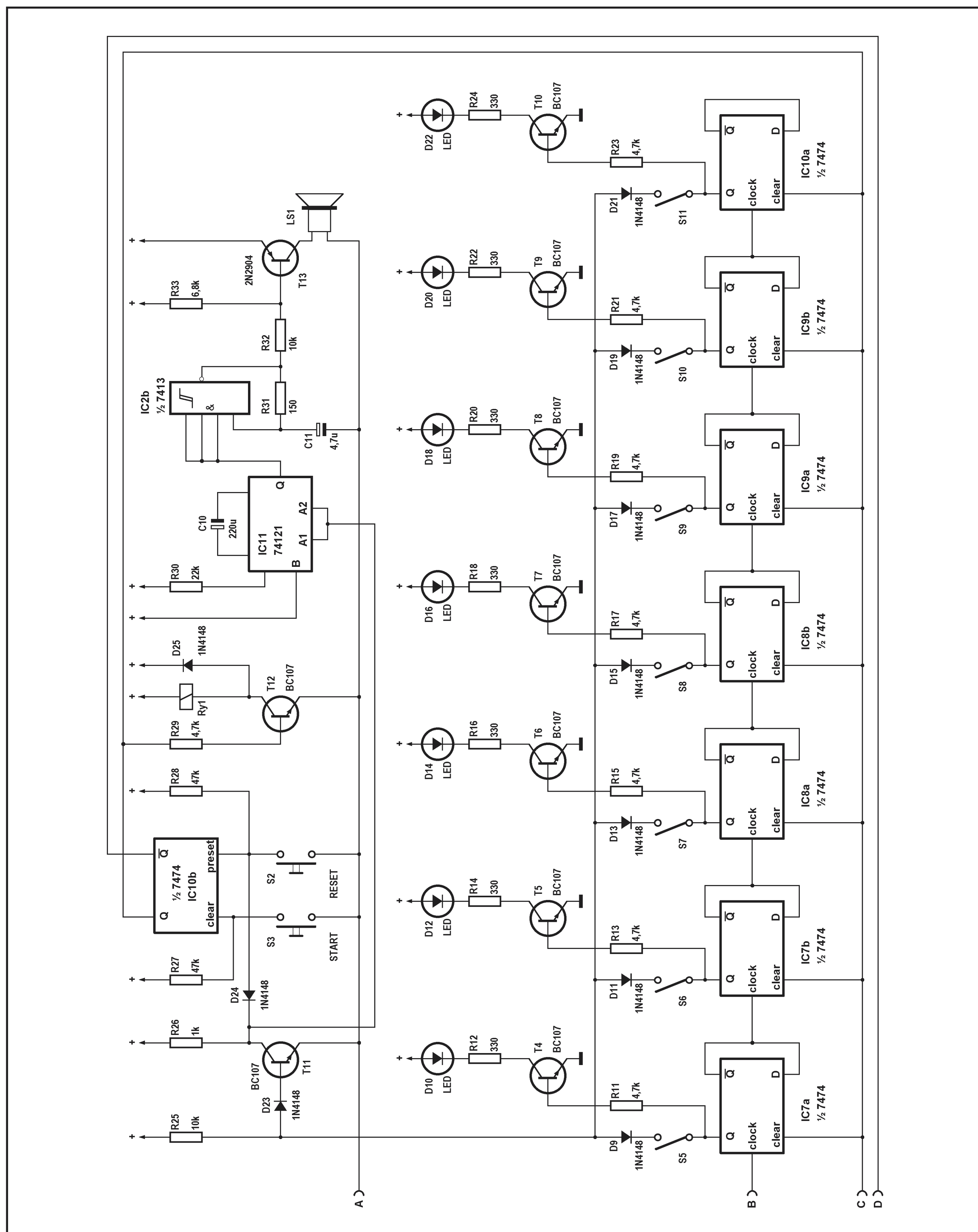
Als de schakeling telt, wordt de D-uitgang van IC4 om de 400 ms gedurende 100 ms "H". De transistor T1 gaat dus afwisselend geleiden en sperren, zodat de indicator D4 gaat knipperen. Weerstand R3 houdt de basis van T1 op voedingspotentiaal als de D-uitgang van IC4 "H" is.

14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten



Figuur 4/14.84-4a: Het eerste deel van het uitgewerkte schema.

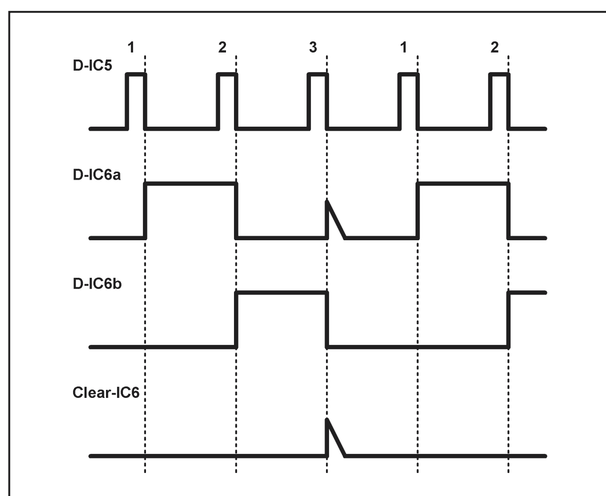
14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten



Figuur 4/14.84-4b: Het tweede deel van het uitgewerkte schema.

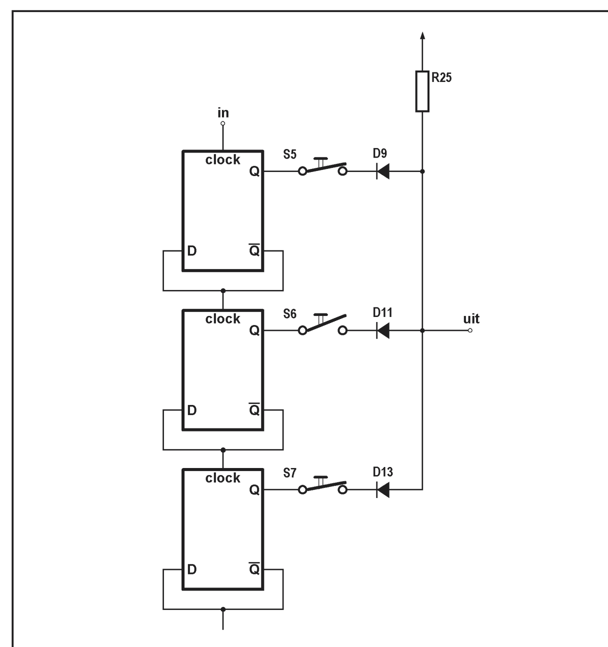
14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten

De 60-deler is opgebouwd uit de tweedeler van IC4, de tienteller IC5 en de als driedeler geschakelde dubbele flip-flop IC6. De werking van deze laatste schakeling wordt verduidelijkt aan de hand van de grafiek van figuur 4/14.84-5.



Figuur 4/14.84-5: De werking van de driedeler IC6 wordt aan de hand van deze grafieken toegelicht. De breedte van de clear-puls is zeer overdreven voorgesteld.

U weet dat een 7473 flip-flop omslaat als de clock van "H" naar "L" springt. Na de eerste ingangspuls wordt dus de Q-uitgang van IC6a "H", terwijl dezelfde uitgang van IC6b "L" blijft. Beide uitgangen zijn via de dioden D7 en D8 verbonden met de weerstand R7 die aan de voedingsspanning is gekoppeld. Diode D7 spert omdat de kathode met een hoge uitgang verbonden is. Diode D8 geleidt, er vloeit stroom door de keten R7, D8 en IC6b. Het knooppunt van D5, D7 en D8 is met massa verbonden. Transistor T2 spert, de collector is "H", de clear-ingangen van de flip-flop's zijn eveneens "H", de bistabiele elementen worden niet gereset. De tweede ingangspuls verandert niets aan de situatie. De rol van de dioden D7 en D8 wordt alleen verwisseld. Bij de derde ingangspuls worden beide Q-uitgangen van de FF's "H". De beide dioden sperren, zodat er via R7 en D5 stroom vloeit in de basis van T2. Deze transistor geleidt, de clear-ingangen worden "L", de flip-flop's resetten.
U kunt besluiten dat IC6 per drie ingangspulsen één uitgangspuls levert.
Het is duidelijk dat dit IC eveneens gereset moet worden door de start-reset flip-flop. Deze resetpuls wordt via R8 en D6 aan de transistor T2 aangeboden.
De binaire keten is opgebouwd uit zeven 7474 flip-flop's. Door de verbinding tussen de geïnverteerde uitgangen en de data-ingangen werken deze schakelingen als tweedelers.



Figuur 4/14.84-6: De werking van de binaire teller wordt verklaard aan de hand van dit deelschema.

De precieze werking wordt beschreven met de hulp van de figuren 4/14.84-6 en

14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten

-7, waar voor de duidelijkheid de keten beperkt is tot drie flip-flop's.

	IC7a		IC7b		IC8a	
	Q	$\overline{Q}$ = D	Q	$\overline{Q}$ = D	Q	$\overline{Q}$ = D
0	L	H	L	H	L	H
1	H	L	L	H	L	H
2	L	H	H	L	L	H
3	H	L	H	L	L	H
4	L	H	L	H	H	L
5	H	L	L	H	H	L
6	L	H	H	L	H	L
7	H	L	H	L	H	L
8	L	H	L	H	L	H

Figuur 4/14.84-7: De waarheidstabel van figuur 4/14.84-6. Uit deze tabel blijkt dat na vijf ingangspulsen één uitgangspuls wordt opgewekt.

De voornaamste eigenschap van een type D flip-flop is dat bij iedere clock-puls de uitgang Q de logische waarde van de D-ingang overneemt. Uit het schema volgt dat de geïnverteerde uitgang met de data-ingang verbonden is en bovendien de clock van het volgende element stuurt. Uit de waarheidstabel van figuur 4/14.84-7 kunt u de werking afleiden. De redenering start met geresette flip-flop's. De geïnverteerde uitgang en dus de data-ingang van de eerste flip-flop is "H". Bij de eerste clock-puls neemt de Q-uitgang deze informatie over, met andere woorden, IC7a slaat om. Omdat de ingang van deze IC's slechts reageren op positieve sprongen, zal IC7b in rust blijven. Zijn ingang gaat immers van "H" naar "L". Bij de tweede ingangspuls slaat IC7a natuurlijk om. Omdat de geïnverteerde uitgang van deze flip-flop van "L" naar "H" gaat, zal eveneens IC7b van toestand veranderen. De redenering kan nu gemakkelijk doorgevoerd worden. Het besluit is dat deze keten inderdaad een binaire uitgangscode produceert.

Rest slechts een methode te vinden om het telproces na het gewenste aantal pulsen te stoppen. Uit de waarheidstabel volgt dat het getelde aantal pulsen gelijk is aan het getal, dat in binaire code op de Q-uitgangen van de flip-flop's verschijnt. Na een ingangspuls is alleen de uitgang van IC7a "H", na drie ingangspulsen zijn de uitgangen van IC7a en IC7b "H" en zo verder. Het volstaat dus alle Q-uitgangen via schakelaars aan een OR-poort te schakelen. In het voorbeeld van figuur 4/14.84-6 zijn de schakelaars S5 en S7 gesloten, zodat er een uitgangspuls moet verschijnen na 1 + 4 = 5 ingangspulsen. Uit de waarheidstabel volgt dat de dioden D9 en D13 beide sperren na de vijfde ingangspuls. De uitgang wordt dus "H" nadat het met de schakelaars ingestelde aantal pulsen is geteld.

In het algemene schema van figuur 4/14.84-4 is hetzelfde principe toegepast met zeven flip-flop's. Zoals reeds gezegd reageren de D-schakelingen op positieve flanken. Omdat de voorgeschakelde delers negatieve flanken leveren, moet een inverter tussengeschakeld worden. Transistor T3 en weerstanden R9 en R10 zijn hiervoor ingehuurd. Eerder hebben wij reeds verklaard dat de Q-uitgangen van de D-FF's het aantal getelde pulsen in binaire code weergeven. Het volstaat dus met deze uitgangen LED-indicatoren te sturen om steeds op de in de paragraaf "ontwerpfilosofie" beschreven manier het getelde tijdsverloop af te lezen.

IC10b vormt de START-RESET flip-flop. Uit het blokschema kunt u afleiden dat deze schakeling zowel met de hand als

14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten

automatisch na het doorlopen van de gewenste tijd gereset moet worden. De eerste methode gebeurt door het bedienen van de RESET-drukknop S2. De clear-ingang van het IC, die normaal via weerstand R28 “H” wordt gehouden, wordt dan met massa verbonden. De schakeling slaat om. Voor de automatische reset zorgt transistor T11.
In het voorgaande is aangetoond dat de gemeenschappelijke anodelijn van de dioden van de OF-poort “H” wordt na het tellen van het gewenste aantal pulsen. Dit signaal stuurt via diode D23 de transistor in verzadiging zodat de clear-ingang van IC10b “L” wordt en de flip-flop zijn rustpositie opzoekt.
Diode D23 heeft geen schakeltechnische, maar wel een belangrijke functie. Dit onderdeel zorgt ervoor dat transistor T11 werkelijk spert als een of meerdere dioden van de OR-poort geleiden. De noodzaak van diode D24 wordt later besproken.
Zoals uit het blokschema blijkt stuurt de START-RESET flip-flop de algemene resetlijn van de telsystemen. Nu houden IC-ontwerpers wel eens van een grapje en dus hebben ze het resetsignaal van de verschillende IC’s niet gestandaardiseerd. De reset-zero ingangen van de 7490 tientellers moeten met een “H” worden gestuurd, de clear-ingangen van de 7474 flip-flop’s daarentegen met een “L”. Er zijn dus twee resetlijnen nodig die respectievelijk gestuurd worden uit de uitgang en de geïnverteerde uitgang van IC10b.
U kunt besluiten dat na het drukken van de RESET-toets of na het doorlopen van de ingestelde telcyclus alle tellers gereset worden.
De schakeling kan worden gestart door het indrukken van schakelaar S3. De preset-ingang van IC10b wordt “L” zodat de schakeling omslaat en alle tellers uit hun sluimering gewekt worden.
Uit het voorgaande volgt dat de Q-uitgang van IC10b “H” is gedurende het telproces. Deze uitgang is dus uitermate geschikt voor het sturen van het relais, wat dan ook gebeurt met de medewerking van transistor T12. De diode D25 onderdrukt inductieve spanningsoprispingen van de relaisspoel die de transistor zouden kunnen schaden. Na het beëindigen van de telcyclus moet het acoustisch signaal worden gestuurd. De collector van transistor T11 stuurt de A-ingangen van de monostabiele multivibrator IC11. Als deze “L” worden, wekt de MMV een eenmalige puls op waarvan de lengte wordt bepaald door de componenten R30 en C10. Nu wordt ook de functie van diode D24 duidelijk. Deze belet dat het alarm aanspreekt als de RESET-drukknop wordt bediend. De diode spert dan zodat de A-ingangen van de monoflop via weerstand R26 met de voedingsspanning verbonden blijven.
De geluidsgenerator is samengesteld uit de tweede schmitt-trigger van IC2 en een PNP-transistor. Als de Q-uitgang van IC10 “L” is, is de poort IC2b gesloten. De uitgang is “H”, zodat de basis van de transistor via weerstand R33 met de voeding verbonden is. Er vloeit geen stroom door de luidspreker. Tijdens de monofloppuls werkt de oscillator en deze stuurt de transistor afwisselend in verzadiging en in sper.
Tot slot van deze paragraaf nog twee opmerkingen.
Het is principieel niet nodig de pulsvormer IC2a door middel van de reset-lijn te blokkeren tijdens de rusttoestand. Het blijkt evenwel dat er enige overspraak is tussen de twee poorten van IC2, zodat

14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten

ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, 5 %, 1/4 W

R1	680	Ω
R2	330	Ω
R7,R25,R32	10	kΩ
R4,R8,R11,R13,R15,R17,R19,R21,R23,R29	4,7	kΩ
R5,R12,R14,R16,R18,R20,R22,R24	330	Ω
R3,R6,R10,R26	1	kΩ
R9,R33	6,8	kΩ
R27,R28	47	kΩ
R30	22	kΩ
R31	150	Ω

CONDENSATOREN

C1	1.000	µF	16 V axiaal
C2,C4,C5,C6,C7,C8	100	nF	MKH
C3	1.000	µF	6 V axiaal
C9	2,2	µF	6 V axiaal
C10	220	µF	6 V axiaal
C11	4,7	µF	6 V axiaal

HALFGELEIDERS

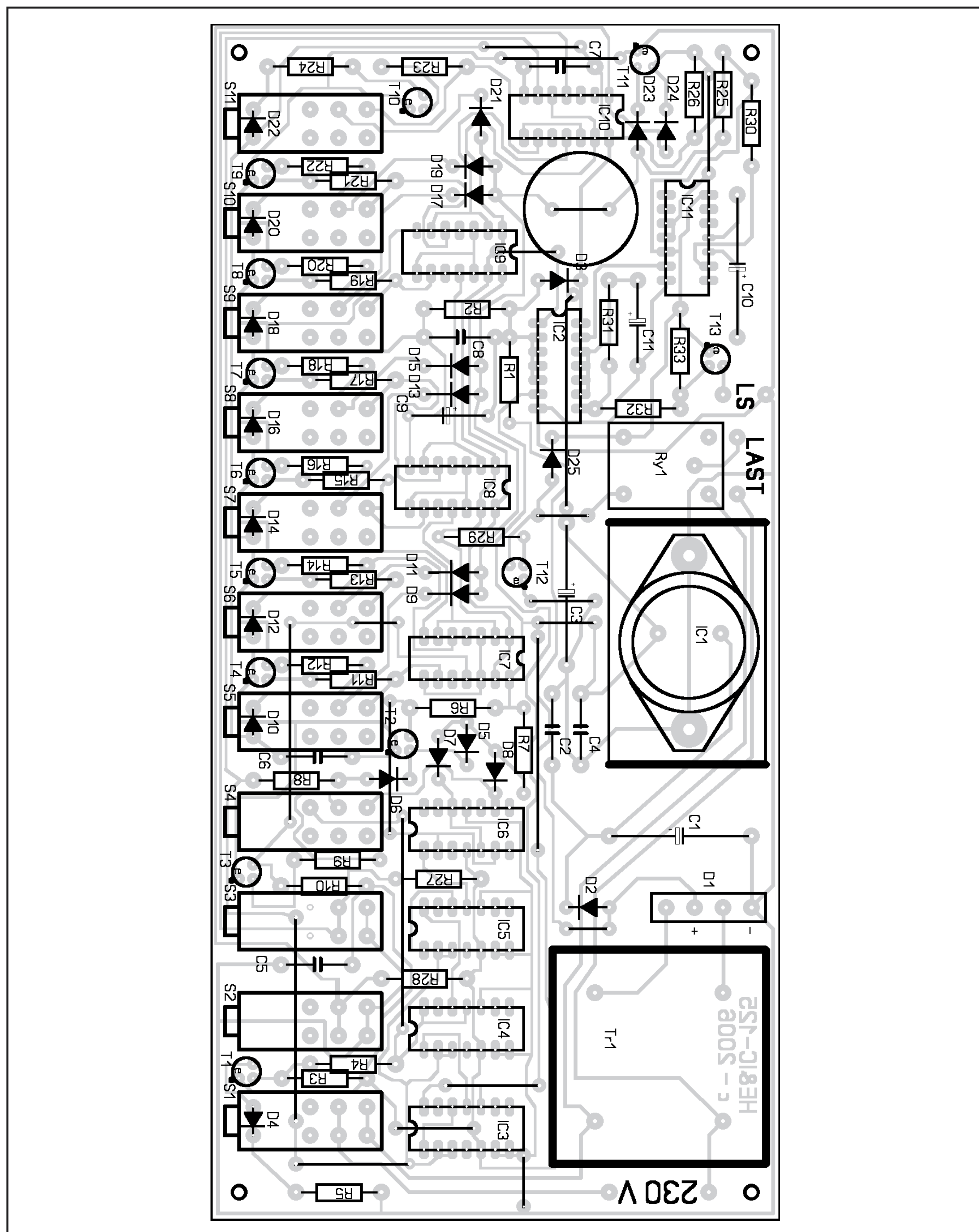
D1	B80C1000
D2	BY127
D3,D5,D6,D7,D8,D9,D11,D13,D15,D17,D19,D21,D23,D24,D25	1N4148
D4,D10,D12,D14,D16,D18,D20,D22	LED, 5 mm, rood
T1	BC177
T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T12	BC107
T13	2N2904
IC1	LM309K of andere 5 V TO-3 regulator
IC2	7413
IC3,IC4,IC5	7490
IC6	7473
IC7,IC8,IC9,IC10	7474
IC11	74121

DIVERSEN

Tr1	8 V beltrafo
Ry1	5 V printrelais Hosiden
LS1	8 Ω, 0,2 W luidspreker
S1 - S11	zie tekst
kastje	Teko CH4

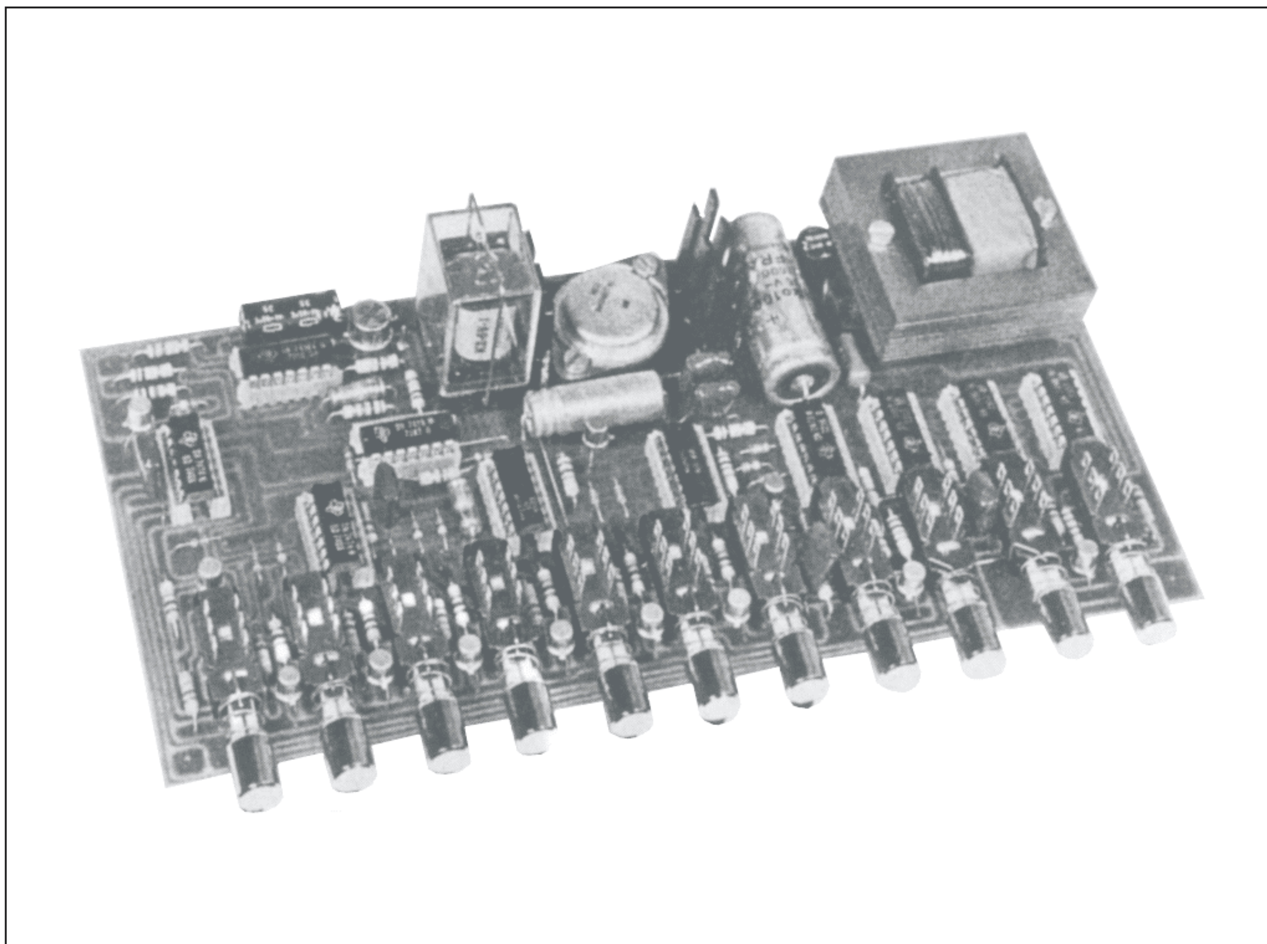
het geluid uit de luidspreker een onaangename ratel heeft als de poort IC2a blijft doorwerken.
Een kleine schoonheidsfout van de schakeling is dat als u alle instelschakelaars S5 tot en met S11 uitschakelt, de alarmketen wordt geactiveerd. Transistor T11 gaat dan immers geleiden, de A-ingangen van de monoflop worden “L” en deze schakeling wekt een puls op. Door de schakelaars zo te bedienen dat deze toestand nooit voorkomt, kan dit gebrek verdoezeld worden.

14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten



Figuur 4/14.84-9: De componentenopstelling van de print.

14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten



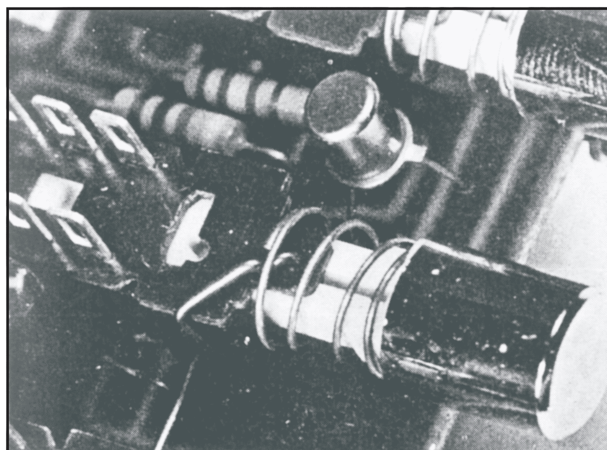
Figuur 4/14.84-10: Het prototype van de print.

De praktische opbouw

Zoals bij alle HE&IC nabouwprojecten is ook hier de constructie van het apparaat zo eenvoudig mogelijk gemaakt. Alle onderdelen bevinden zich op de print. Deze print is afgebeeld op de figuren 4/14.84-8 en -9, waarbij -8 op de laatste pagina van dit hoofdstuk staat. Hoe een en ander er na enige uren huisvlijt uitziet toont figuur 4/14.84-10. Deze foto toont het prototype van de schakeling, de print is nog niet op de definitieve wijze uitgevoerd. De volgende opmerkingen kunnen de bouw vergemakkelijken. Als trafo wordt een beltrafo gebruikt. Deze wordt uit zijn bakelieten behuizing bevrijd en met twee schroeven op de print bevestigd. In het prototype is een LM309K spanningsregelaar gebruikt, omdat die toevallig in het lab voorradig was. Tegenwoordig wordt een keur aan TO3 spanningsregelaars aangeboden, die uiteraard allen bruikbaar zijn. Dit IC wordt met een koelelement op de print geschroefd. Als relais is een zeer goedkoop maar degelijk printrelais van het fabrikaat Hosiden gebruikt. De schakelaars zijn de bekende Schadow-types. Deze moeten evenwel bevrijd worden van hun achterste gedeelte, ze zijn te groot voor de print. Dit gaat het eenvoudigst door, nadat de schakelaars zijn ingedrukt, met een ijzerzaagje de achterste schakelaars te amputeren. De schake-

14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten

laars S2 en S3 moeten nog een chirurgische ingreep ondergaan. Deze moeten namelijk omgebouwd worden tot drukschakelaars. Dat gaat heel eenvoudig, zie figuur 4/14.84-11, door het metalen beugeltje dat de schakelaar ingedrukt houdt, uit de gleuf te halen en tegen het lichaam van de schakelaar te drukken. Als u echter tijdens deze bewerking de druktoets niet vasthoudt, schiet deze, de schakelaaringewanden kwistig door de kamer strooiend, als een raket uit het kunststof huisje!

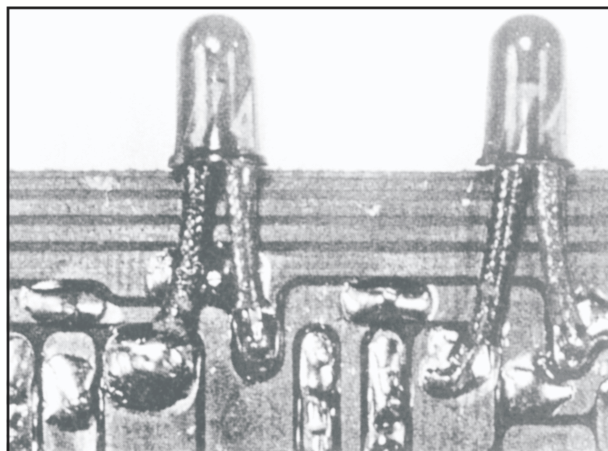


Figuur 4/14.84-11: Het aanpassen van de schakelaars S2 en S3.

De acht LED's worden aan de onderzijde van de print gesoldeerd, waarbij u de draadjes natuurlijk met een stukje isolatiekous moet isoleren, zie figuur 4/14.84-12.

De print kan dan worden getest en indien alles naar wens werkt, ingebouwd in een TEKO CH4 kastje. De miniatuur luidspreker heeft geen bevestigingsgaten en wordt daarom met tweecomponentenlijm op de print gelijmd. Hiervoor is tussen de IC's 2, 9, 10 en 11 een plaats vrijgehouden.

Figuur 4/14.84-13 geeft tot slot een impressie van de kant-en-klare schakelklok.



Figuur 4/14.84-12: Het monteren van de LED's op de koperzijde van de print.



Figuur 4/14.84-13: Het prototype van de schakelklok.

14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten

14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten

HOE MAAKT U DEZE PRINT?

OPTIE 1: zelf maken

U scant deze pagina en drukt deze met een inkjet-printer af op A4 formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

OPTIE 2: Internet

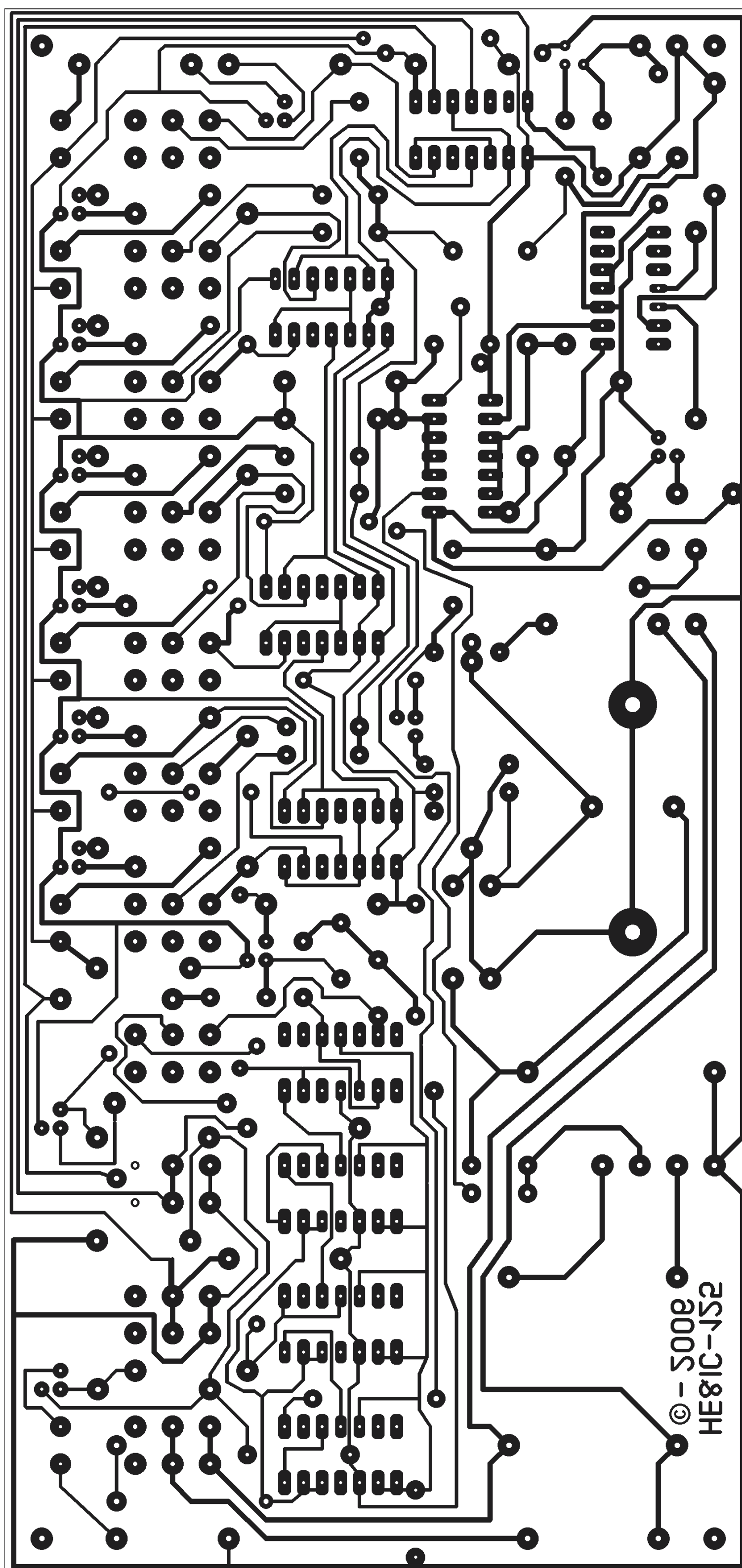
Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie “Printservice”. In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeldbewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

OPTIE 3: Sprint Layout

Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie “Printservice”. In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als LAY-file downloaden. U opent dit bestand in Sprint Layout versie 4.0 van Abacom. U past het ontwerp eventueel aan aan uw onderdelen en print het af op transparante folie.

OPTIE 3: bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post het printontwerpje op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.



Figuur 4/14.84-8: De print van de schakeling.

14.84 Binaire schakelklok met een bereik van 0,5 seconde tot 63,5 minuten

5/1

Inhoud Home electronics

Inhoud

[1)] Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

5/3

Televisie

Inhoud

[1] Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

5/3.17

Digitenne, digitale TV via de ether

Inleiding

Primeur voor de Randstad
Een deel van Nederland beleefde in april 2003 een primeur met de introductie van Digitenne, zie figuur 5/3.17-1. Digitenne is de eerste en voorlopig enige aanbieder van hoge kwaliteit digitale televisie en radio via de ether. Vanaf mei 2003 is het abonnement met het gratis startpakket verkrijgbaar bij geselecteerde elektrospeciaalzaken en telecomwinkels.

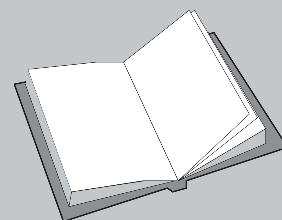


Figuur 5/3.17-1: Het officiële logo van Digitenne.

Naast de digitale kwaliteit, ruis en dubbele beelden zijn verleden tijd, heeft Digitenne als groot voordeel dat men met een gewone TV-ontvanger en een kleine antenne van 15 cm op elke gewenste plaats binnen het antennebereik televisie kan kijken of radio kan luisteren, zowel binnen als buiten het huis. Het voordeel is dat de klant niet meer afhankelijk is van de lengte van de kabel, electriciteit is het enige dat nodig is.

Organisatie
Digitenne Holding BV is een dochter van de door de staat gecontroleerde NV's NOB en NOZEMA (60 %) en is verder in handen van KPN (30 %) en een consortium van Canal Plus, RTL, HMG, NOS, SBS Broadcasting BV en MTV Networks BV (10 %). Kortom, alle belangrijke Nederlandse spelers op de TV-markt zijn aanwezig. In januari 2002 heeft het ministerie van Verkeer en Waterstaat aan Digitenne voor de komende

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/17.1
Hoofdstuk 5/17.4
Hoofdstuk 5/20.1



3.17 Digitenne, digitale TV via de ether

15 jaar een exclusieve vergunning verleend voor het uitzenden van digitale radio en televisie via de ether met het DVB-T protocol.

Politieke achtergronden

In Haagse politieke kringen wordt dit monsterverbond de hemel in geprezen. Eindelijk een concurrent voor de kabelbedrijven, wordt daar hardop gedacht. Dat is goed voor de markt, denkt men, want de kabelaars bezitten al veel te lang het feitelijke monopolie op het aanbod van radio en televisie aan de Nederlandse consument en weten zodoende de landspolitiek naar hun hand te zetten.
Op de markt wordt het verschijnsel Digitenne met grote scepsis bekeken als weer zo'n typische poldermodel constructie uit de koker van de overheid en de digibete politici. Een nieuwe infrastructuur bouwen die niet minder dan 54 nieuwe zenders en antennes vergt en die alleen te gebruiken is voor omroepsignalen met een capaciteit van maar 100 Mb/s lijkt immers volledig achterhaald in een tijd waarin het heil van breedbandigheid wordt verkondigd.
De bouw van deze nieuwe infrastructuur heeft echter nog andere commerciële achtergronden. NOZEMA, de uitbater van het Nederlandse zender- en antennepark, vreest verlies van omzet en macht als op den duur doorgifte van analoge signalen wegvalt. Met NOB speelt ze nu in op nieuwe digitale ontwikkelingen in verbindingen door de ether. Met Digitenne lijken ze volgens de wet op de remmende voorsprong nog even een streepje voor te hebben op de kabel.

Eerste uitzendingen in beperkt gebied

Digitenne is in april 2003 gestart met het uitzenden van gecodeerde digitale ether-TV (DVB-T) tegen betaling in het noorden van de Randstad: het gebied Haarlem, Amsterdam, Hilversum, Almere en Alphen a/d Rijn. Opmerkelijk is dat Digitenne start in het noorden van de Randstad, een stedelijk gebied, terwijl juist landelijke gebieden het meeste profijt kunnen hebben van digitale televisie omdat kabelaansluitingen daar vaak niet aanwezig zijn.
Landelijke dekking komt later en is afhankelijk van frequentiecoördinatie en/of de uitfasering van analoge ethertelevisie. De Rijksoverheid heeft veel invloed op de snelheid van de uitbouw daar deze moet beslissen over de overgang van analoog naar digitaal voor het zenden via de ether. Daarvoor is een speciale commissie opgericht, "Switch Off", met aan het hoofd Helmer Koetje, CDA-kamerlid en lid van het Commissariaat voor de Media. Ook Peter Jelgersma, vanaf het eerste uur betrokken bij Digitenne, zit in deze commissie.
Eind 2003 wordt naar verwachting begonnen met de uitbreiding van het ontvangstgebied naar de rest van de Randstad en vanaf 2005, nadat in Europees verband afspraken gemaakt zijn over de harmonisatie van de etherfrequenties, zal Digitenne beschikbaar zijn in vrijwel heel Nederland.

Abonnementskosten

Het abonnement biedt op dit moment voor € 8,95 per maand 28 TV-kanalen en 16 radiozenders. Nog niet erg veel en om tóch klanten van de kabel weg te trekken heeft men drie "lekkere hapjes" in het pakket opgenomen:

– Als introductie-aanbieding krijgt iedereen die dat wilt een sex-kanaal gratis. Dit erotiek-kanaal, Spice Splatinum van Playboy TV, wordt echter al-

leen op verzoek aan het pakket toegevoegd. Om dit kanaal te ontvangen moet men de aanvraagkaart uit het startpakket naar Digitenne opsturen. Daarna ontvangt men 24 uur per dag erotische programma's zonder extra kosten. Door middel van het "parental lock" kan men de toegangsbeveiliging instellen.
– Een tweede lokkertje is een digitale televisiegids.
– Bovendien (en dat is toch wel interessant) kan men het abonnement tegen meerkosten uitbreiden met drie kanalen Canal+. Men heeft hiervoor dan geen aparte digitale ontvanger meer nodig.

In de toekomst wordt Digitenne uitgebreid met spelletjes, weer- en verkeersinformatie en een nieuwe snelle en uitgebreide digitale vorm van Teletekst.
Klanten van Digitenne dienen voor ontvangst wél de aansluitkosten van € 29,95 af te rekenen waarbij een geschikte Funke-antenne wordt geleverd en een benodigde smartcard en handleiding. Na verloop van tijd zal de antenne niet automatisch worden meegeleverd, maar dienen klanten deze zelf aan te schaffen. Omdat de uitzendingen via de etherzenders bepaalde specificaties bevatten die per antenne gevoelig liggen, heeft Digitenne gekozen voor een ontvangstzekere antenne die door Funke is ontwikkeld en gebouwd.

Tweede abonnement
Een nadeel van Digitenne is wel dat men niet één programma op TV kan bekijken en een ander programma kan opnemen. Vandaar dat Digitenne een goedkoop tweede abonnement aanbiedt voor maar € 4,95 per maand. Wanneer dit tweede abonnement tegelijkertijd met het eerste abonnement wordt aangesloten, hoeft de abonnee de aansluitkosten maar één keer te betalen.

Extra apparatuur
Naast de antenne en de smartcard is een speciale een digitale ontvanger nodig, zie figuur 5/3.17-2. Digitenne heeft een viertal ontvangers als "goedgekeurd" gespecificeerd: Strong, Hauppauge, Technotrend en Panasonic zijn daarbij de eerst uitverkoren merken. Een ontvanger is beschikbaar vanaf € 139,00. Andere merken zullen in een later stadium worden gepresenteerd. De ontvangers zullen, in tegenstelling tot hetgeen in de satellietmarkt gebruikelijk is, niet alleen via speciaalzaken, maar ook via de reguliere radio/TV-detailhandel worden verkocht.



Figuur 5/3.17-2: Het startpakket bestaat uit de antenne, de digitale ontvanger met afstandsbediening en een smartcard.

Op TV en PC
Digitenne werkt op iedere televisie. Sluit de Funke DSC-antenne aan op de speciale ontvanger en deze ontvanger op de SCART-bus van een TV. Activeer de Smartcard via het gratis telefoonnum-

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether

mer en schuif hem in de digitale ontvanger. Dat is alles!
Sommige decoders kunnen ook zonder meer aangesloten worden op een PC, zodat de Digitenne-signalen ook op het scherm van de PC verschijnen. De ontvangers die Digitenne vanaf eind mei 2003 aanbiedt (€ 150,00 tot € 200,00) zijn via een trage USB-poort aan te sluiten op een PC. Daarvoor is dus geen extra video- of TV-kaart nodig. De noodzakelijke software daarvoor wordt meegeleverd op CD-ROM. De kwaliteit van de uitzendingen is zo goed dat er op de computermonitor full-screen gekeken kan worden naar een uitzending. Er zijn zelfs plannen om op termijn insteekkaarten voor laptops op de markt te brengen waardoor het mogelijk is om bijvoorbeeld televisie te kijken op de laptop in de file, in de trein of op de camping, maar dat is nog verre toekomstmuziek.

De TV-kanalen
Digitenne biedt (voorlopig) de onderstaande TV-zenders aan:
- Ned 1;
- Ned 2;
- Ned 3;
- BBC World ;
- CNN International;
- TV Noord-Holland;
- National Geographic Channel NL;
- Veronica/Kindernet;
- Animal Planet;
- Yorin;
- RTL 4;
- RTL 5;
- TMF;
- Discovery Channel NL;
- SBS 6;
- Net 5;
- V8/FOX Kids;
- Eurosport NL;
- MTV NL;
- CNN;
- Spice Platinum sex-kanaal op verzoek (gecodeerd);
- Canal+ Blauw tegen extra betaling (gecodeerd);
- Canal+ Rood tegen extra betaling (gecodeerd);
- Canal+ 16/9 tegen extra betaling (gecodeerd).

De radio-kanalen
De zestien aangeboden radiozenders zijn:
- Radio 1;
- Radio 2;
- Radio 3;
- Radio 4;
- Radio 747 AM;
- ConcertZender;
- Radio Noord-Holland;
- Sky Radio;
- Radio 538;
- Classic FM;
- Arrow Classic Rock Radio;
- Radio 10 FM;
- Business Nieuws Radio;
- Noordzee FM;
- Yorin FM;
- ID&T Radio.

Internet?
Internet via de aardse ether komt er voorlopig niet. Plannen om Internet te gaan aanbieden via Digitenne bestaan nog steeds, maar zullen pas geïntroduceerd worden in de tweede of derde fase van het project, over pakweg twee tot drie jaar. Die latere introductie is ondermeer gekozen omdat de set-top boxen (ontvangers) die nodig zijn voor Internet, nog erg duur zijn. Ook denkt Digitenne, misschien terecht, dat gebruikers van Internet en e-mail niet ach-

ter hun PC zijn weg te slaan. Ook het economische tij speelt mee, Digitenne introduceert eerst diensten waarvan ze weet dat consumenten daar nu geld voor over hebben.

Digitale videorecorder Tivo?
Geavanceerde diensten via het project worden pas later geïntroduceerd. Daarover is Digitenne nog in gesprek met verschillende partijen waarvan ze de namen nog niet wil noemen. Digitenne sluit niet uit dat in de toekomst ook derde partijen diensten gaan aanbieden via het netwerk. Verder zijn er verkennende gesprekken met Philips, die in de VS leverancier is van de Tivo, de digitale videorecorder met harde schijf. Een combinatie van Digitenne en Tivo zou ideaal zijn, maar een dergelijke combinatie zal pas in 2006 te verwachten zijn. Uiteraard zal Digitenne dan in problemen komen met producenten, omroepen en Buma/Stemra over rechten van programma's die consumenten dan kunnen opslaan en eventueel verspreiden. Digitenne voert echter al lang onderhandelingen met rechtenhouders over het opnieuw uitzenden van programma's via het digitale kanaal.

De apparatuur

De Funke DSC Antenne
Om het Digitenne signaal van de zendmasten optimaal te kunnen ontvangen is een speciale antenne ontwikkeld. Deze antenne ontvangt binnenshuis ethersignalen tot vijf keer sterker dan een doorsnee antenne, ondanks het kleine formaat van 17,5 cm, zie figuur 5/3.17-3. Digitenne biedt de Funke DSC-antenne nu tijdelijk gratis aan in het startpakket.



Figuur 5/3.17-3: De speciale DSC-antenne is slechts 17,5 cm hoog en heeft een mooi, modern design.

De smartcard
De smartcard is een soort pinpas waardoor men de signalen van Digitenne kan ontvangen. De kaart plaatst men in de digitale ontvanger.

De digitale ontvanger
Om het signaal van de speciale antenne te vertalen naar beeld en geluid, dat geschikt is voor de gewone televisie en radio, is een digitale ontvanger nodig. In figuur 5/3.17-4 is de goedkoopste ontvanger voorgesteld die op dit moment wordt aangeboden.
Digitenne heeft verschillende ontvangers gecertificeerd. Deze ontvangers zijn te herkennen aan het "designed for Digitenne"-logo, zie figuur 5/3.17-5.
Op het moment dat dit hoofdstuk werd geschreven (eind april 2003) waren de volgende ontvangers gecertificeerd:
– Rebox RE1150CO;
– Strong 5000T;
– Panasonic TUCT20;
– Hauppauge DEC1540;
– Hauppauge DEC2540.

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether



Figuur 5/3.17-4: De goedkoopste ontvanger voor de Digitenne-signalen.

Als voorbeeld wordt de DEC2540 van Hauppage in het kort besproken.
De DEC2540, zie figuur 5/3.17-6, is een product dat speciaal werd ontworpen voor de ontvangst en weergave van Digitenne-signalen op TV én PC. De DEC2540 wordt compleet geleverd met alle kabels om de televisie aan te sluiten via een RF-doorlus connector of SCART,



Figuur 5/3.17-5: Het speciale logo dat er op wijst dat een ontvanger door Digitenne is goedgekeurd.

De DEC2540 kan tevens via de USB op de PC of laptop worden aangesloten. Als men de DEC2540 goed bekijkt, dan valt het gebrek aan knoppen en schakelaars op. Alle instellingen gebeuren dan ook via de OSD (on-screen display) welke met de afstandsbediening eenvoudig opgeroepen kan worden. Een eenvoudige menustructuur maakt het instellen van de DEC2540 snel mogelijk.



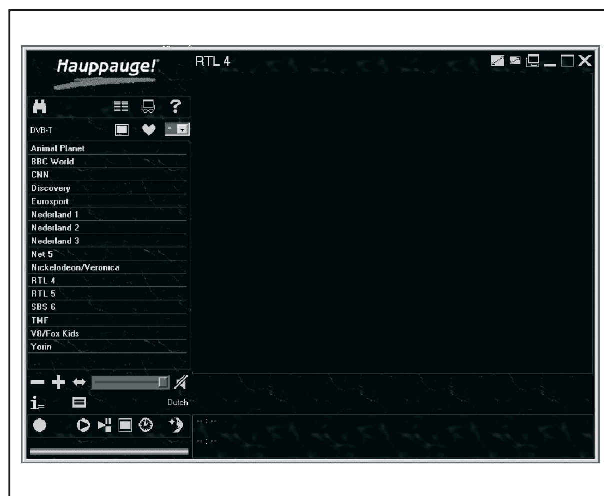
Figuur 5/3.17-6: De DEC2540 van Hauppauge.

Met de Teletekst-decoder van de DEC2540 behoren de soms lange wachttijden van het oproepen van een pagina tot het verleden.
Met de 12 V voeding is de DEC2540 de ultieme Digitenne-ontvanger voor mobiel gebruik. Met de DEC2540 kan men de digitale TV programma’s op de harde schijf opnemen en later afspelen met de volledige originele digitale beeldkwaliteit.
Eigenschappen van de DEC2540:
– werkt als een volledige digitale TV ontvanger op elke televisie (Stand Alone);
– voorbereid voor DVB data-ontvangst op de PC en laptop;

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether

Figuur 5/3.17-7: De achterzijde van de DEC2540 met alle aansluitingen.

- compacte afmetingen van 204 mm x 148 mm x 37 mm;
- eenvoudige installatie op de PC via USB-technologie;
- live digitale TV in een vrij verschaalbaar venster op de PC, zie figuur 5/3.17-8;
- live digitale stereo radio ontvangst en weergave op de PC;
- digitale ontvangst van Teletekst;
- aansluitingen RF-ingang, RF-uitgang, SCART-uitgang, mini-jack stereo connector, USB-aansluiting, 12 V adapter aansluiting;
- voeding zowel voor 230 V_{AC} als voor 12 $V_{DC.}$



Figuur 5/3.17-8: Het venster waarin men met de DEC2540 TV op de PC kan bekijken.

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether

Integrated Digital Television
Panasonic Nederland gaat vanaf mei 2003 een eerste "Integrated Digital Television" (IDTV) leveren voor ontvangst van Digitenne én normale kabel-TV. Ook wordt een losse DVB-T-decoder aangeboden waarop de kleine Funke-antenne kan worden aangesloten.

DVB-T

Digital Video Broadcasting Terrestrial
DVB (Digital Video Broadcasting) is de Europese standaard voor het digitaal verzenden van radio- en televisiezenders. DVB kan worden verspreid via kabel (DVB-C), satelliet (DVB-S) en sinds kort ook via de ether (DVB-T). Omdat het DVB-T signaal door de ether gaat, is het makkelijk te ontvangen op bijna elke gewenste plaats. Binnen het ontvangstgebied staan verschillende zendmasten die het signaal van Digitenne via de ether verspreiden. De speciale Funke DSC-antenne vangt het gecodeerde signaal op. Dit signaal wordt vervolgens in de digitale ontvanger omgezet naar beelden en geluid die te zien en te horen zijn op TV of stereo-installatie. De Digitenne smartcard, die in de digitale ontvanger zit, zorgt ervoor dat de gecodeerde signalen gelezen kunnen worden.
DVB maakt gebruik van MPEG2, een algemene wereldwijde onderliggende uitzend-standaard van de Motions Pictures Expert Group (MPEG). De DVB-standaard is in 1994 vastgelegd voor satelliet (DVB-S) en kabel (DVB-C) en in 1995 voor ethergebruik (DVB-T). DVB wordt thans in heel Europa en gedeelten van Azië en Zuid-Amerika gebruikt. Japan en de Verenigde Staten kennen eigen digitale uitzendsystemen.
DVB kent ook onderliggende standaarden, zoals DVB-EPG (een simpele elektronische programmagids) of DVB-CI (Common Interface).
Bij DVB kan zowel in multiplex als apart (Single Channel Per Carrier) worden uitgezonden. Multiplex betekent een samenstel van zenders op één frequentie. Bij vooral multiplex-uitzendingen kan omwille van kostenbesparingen en/of de wens meer zenders in één multiplex te willen uitzenden, bespaard worden op de uitzendkwaliteit. Toch kan bij een goed gebruik van DVB-technieken een zeer goede kwaliteit bereikt worden, alsmede kwalitatief goede breedbeelduitzendingen worden uitgezonden.
Tot nog toe zijn DVB-ontvangers gerelateerd aan het soort DVB-uitzendingen (DVB-T/DVB-C/DVB-S). Hierdoor zijn digitale etherontvangers (DVB-T) bijvoorbeeld niet bruikbaar voor digitale satellietuitzendingen (DVB-S).

DVB-MHP en DVB-CI/multicrypt
MHP staat voor "Multimedia Home Platform" en is een toekomstige uitbreiding op DVB-T. DVB-MHP moet leiden tot één internationale standaard voor multimediale/interactieve inhoud op digitale DVB-systemen. DVB-MHP is vooral gebaseerd op "Application Programming Interfaces" (API's) van de programmeertaal Java. API is een ander woord voor applicaties in multimediale TV-omgevingen. De definitie voor DVB-MHP is nagenoeg vastgelegd, maar zal pas binnenkort echt in gebruik worden genomen.
Bij DVB-CI/multicrypt staat CI staat voor "Common Interface". Dit betekent dat modules ter decodering van gecodeerde signalen als uitwisselbare standaard vastgelegd zijn. Met Common Interface in

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether

een ontvanger is het mogelijk om meerdere coderingen in dezelfde ontvanger te kunnen gebruiken middels modules (Conditional Access Modules, CAM). Voor elke codering is dan wel een andere module benodigd, zij het dat inmiddels ook (illegale) modules bestaan waarin meerdere coderingen in één module zijn vervat. Multicrypt betekent dat er meer coderingen gebruikt kunnen worden op één ontvanger, zodat gebruikers meerdere systemen met diverse soorten coderingen middels uitwisselbare modules toch kunnen ontvangen. DVB-CI is verplicht gesteld in televisietoestellen die geïntegreerde digitale ontvangers hebben. Voor losse digitale ontvangers is dit niet het geval.

Conax

Dat DVB als standaard bestaat, wil nog niet zeggen dat ontvangers die op één infrastructuur worden gebruikt ook noodzakelijkerwijs compatible met elkaar zijn. Dit komt doordat verscheidene coderingen bestaan die verhinderen dat uitzendingen voor niet geautoriseerde kijkers beschikbaar komen. Dit kan omwille van auteursrechten zijn, maar ook omwille van betaaltelevisie. Er bestaan in Europa verscheidene DVB-coderingen, waaronder:

- Mediaguard (Canal+-systeem);
- Videoguard (systeem van News Datacom System);
- Irdeto;
- Viaccess (France Télécom-systeem);
- Nagravision en Conax (TeleNor-systeem);
- CryptoWorks (Philips-systeem).

Deze coderingen worden in ontvangers zowel ingebouwd (embedded) geleverd, alsmede in Common Interface uitvoering, zodat losse modules (Conditional Access Modules) gebruikt kunnen worden. Een aantal van deze systemen is overigens onderhevig aan piraterij.
Digitenne zal ten behoeve van de codering van haar signalen gebruik maken van het Scandinavische systeem Conax, dat in handen is van het Noorse telecom-bedrijf TeleNor. Eerder zag het ernaar uit dat Digitenne de Franse Mediaguard-techniek zou gebruiken. Doordat eigenaar Thomson Multimedia (dat onlangs Canal+ Technologies overnam) niet in staat bleek de gewenste technieken te leveren, heeft Digitenne besloten initieel voor Conax te kiezen, waarbij overigens de nieuwere (vooralsnog) hackveilige versie CAS5 is gekozen.

Voordelen van DVB-T

De voordelen van DVB-T zijn legio:

- Het beeld is DVD-storingsvrij en het geluid is van CD-kwaliteit.
- Via de ether is met een kleine antenne (op de televisie te plaatsen) en een digitale ontvanger, overal (dus portable) digitale televisie te ontvangen.
- Er is geen kabelaansluiting meer nodig.
- Binnen één kanaal kunnen minstens vier TV-programma's en een aantal radioprogramma's vergelijkbaar met de huidige kwaliteitsstandaard worden uitgezonden.
- In vergelijking met de huidige situatie is er in de ether ruimte voor meer programma's.
- Het is mogelijk om interactieve informatie uit te zenden. Voorbeelden hiervan zijn Superteletekst, Elektronische Programma Gids (EPG), homebanking en homeshopping.
- Nozema heeft een plan gereed voor de bouw van een landelijk digitaal netwerk. Deels worden bestaande opstel-

plaatsen gebruikt. Er zullen ook nieuwe opstelplaatsen en masten gebouwd moeten worden.

Nadelen van DVB-T

Eén nadeel van DVB-T schijnt te zijn dat de uitgestraalde signalen storingen genereren in het bestaande kabelnetwerk. Om het zekere voor het onzekere te nemen heeft Digitenne TNO het probleem laten onderzoeken. De discussie wie de schuld van de interferentie is, de gevestigde kabel of de nieuwkomer Digitenne, is wat Digitenne betreft, daarmee gesloten. De nietes/welles-discussie heeft Digitenne op een gegeven moment doorbroken door per ommegaande aan de kabelklagers een pakketje met nieuwe stekkers te sturen, die de storing verhelpen.

Er is immers een bekend probleem bij kabelaars: het aansluiten van meerdere TV's op één aansluiting. Het signaal op een aansluitdoos van een kabelnet is normaliter voldoende om één TV-toestel van kwalitatief goede TV-programma's te voorzien. Zodra er meerdere TV-toestellen aangesloten worden, kan die kwaliteit verminderen. Die kwaliteitsvermindering uit zich in de vorm van ruis in het beeld. Dit lijkt op de ruis die ontstaat door instraling van DVB-T, maar wordt nu veroorzaakt door een te zwak kabelsignaal. Dit te lage signaal wordt veroorzaakt door signaalverlies in de coaxkabel. Deze kabel kan namelijk niet verliesvrij signalen transporteren. Tevens wordt het signaalniveau gehalveerd door het splitsen van het signaal. Het signaalniveau kan weer verhoogd worden door het toepassen van een versterker.

De gangbare, in de bouwmarkten verkrijgbare, versterkers kosten ongeveer € 25,00 en hebben een versterking van ongeveer 10 dB. Deze versterking is in de meeste gevallen voldoende om een tweede TV-toestel op bijvoorbeeld een slaapkamer van goed beeld te voorzien. De versterkers welke in de bouwmarkt worden aangeboden zijn echter in de regel niet van voldoende kwaliteit om daarmee het interferentieprobleem op te lossen. Ze veroorzaken vaak intermodulatie- en/of EMC-problemen. Voor dit specifieke probleem zijn in de regel versterkers nodig van een betere kwaliteit.

ASTRO anti-instralingsproducten

Wie, ondanks een uitstekende kabelinstallatie, tóch last heeft van Digitenne-storingen zou kunnen overwegen de speciale "ASTRO DVB-T koffer" aan te schaffen. Alle producten om eventuele interferenties te voorkomen, heeft men dan bij de hand.



Figuur 5/3.17-9: De ASTRO DVB-T koffer bevat alle onderdelen en gereedschappen om een gammele kabelinstallatie op te waarderen.

De ASTRO DVD-T koffer, zie figuur 5/3.17-9, bevat:

- 1 x CR 596QL, F-connector krimptang;
- 1 x CS 12 coaxkabelstripper om in één keer coaxkabel aan te snijden;
- 8 x CLIEC-F IEC-connector female met snelle, eenvoudige en vaste kabelverbinding;
- 8 x CLIEC-M IEC-connector male met snelle, eenvoudige en vaste kabelverbinding;
- 40 x CLF56A F-connector krimpuitvoering;
- 1 x 1,5 meter Terasat aansluitsnoer, HF-dicht.

Kanalen en frequenties

In Haarlem, Amsterdam, Wormer, Almere en Hilversum wordt DVB-T uitgezonden op de kanalen 21-23-34-57-64. In Alphen aan de Rijn wordt dat de kanalen 21-52-34-57-64.
De frequenties zijn:
- kanaal 21: 474 MHz;
- kanaal 23: 490 MHz;
- kanaal 34: 578 MHz;
- kanaal 52: 722 MHz;
- kanaal 57: 762 MHz;
- kanaal 64: 818 MHz.

Werking in het kort

Het beeld van de camera wordt in de studio digitaal gemaakt. Dit levert een signaal op met een datastroom van 270 Mbit/s. Deze informatie is niet op een economische manier over te dragen. Daarom wordt er MPEG2-codering toegepast. Door bepaalde coderingstechnieken, bijvoorbeeld door alleen de verschillen tussen de opeenvolgende beelden over te dragen, kan de bitstroom met een factor 50 tot 100 worden gereduceerd. De maximale reductie wordt bepaald door de vereiste beeldkwaliteit. Ook het geluid wordt gecodeerd, dit volgens MPEG1 layer 2. Hiermee wordt een reductie bereikt van 7 maal ten opzichte van een CD.
De modulatiemethode maakt gebruik van vele duizenden draaggolven, waardoor een robuuste ontvangst mogelijk is. Door gebruik van de digitale techniek is bij voldoende signaal de ontvangst prima. Ruis (sneeuw) en reflecties (dubbele beelden) komen niet meer voor. Als er te weinig ontvangstsignaal is bevriest het beeld of wordt het zwart.

Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing

DVB-T maakt efficiënter gebruik van het frequentiespectrum dan analoge televisie in die zin dat bij analoge televisie aan één frequentiekanaal slechts één programma toegewezen kan worden, daar waar DVB-T toelaat dat meerdere zenders van hetzelfde frequentiekanaal gebruik maken. De onderliggende technologie die dit mogelijk maakt is COFDM: “Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing”.
Codering van het kanaal heeft tot doel een foutencontrole mogelijk te maken op de transportstroom.
Aardse kanaalcodering omvat een energiespreiding en een binnenste en buitenste codering en interleaving. Bij de multicarrier methode OFDM, wordt het transmissiekanaal opgedeeld in een aantal (N) subdragers. Daarenboven wordt het signaal georganiseerd in tijdsperioden met een duur TS. De relatie tussen de actieve symbool-perioden TU en de dragerspatiëring fs wordt gegeven door fs = 1/TU.
In de frequentie- en tijdgerelateerde verdeling van het kanaal, wordt in elk element van bandbreedte fs en duur TS een gemoduleerd symbool verzonden.

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether

Samengenomen vormen de elementen in "tijdsslot" TS, één OFDM symbool. Wanneer OFDM toegepast wordt op een TV kanaal (8 MHz in UHF systemen en 7 MHz in VHF systemen), wordt de totale bitstroom gemoduleerd op 2K(16) dragers binnen één kanaal. Op elke drager worden 2, 4 of 6 bits verzonden, afhankelijk van de modulatiefactor en -methode.
De lage bit-rate per drager biedt de mogelijkheid om een "guard interval" in te voegen, gedurende hetwelk de ontvanger het signaal niet interpreteert. Dit principe biedt twee grote voordelen: in de eerste plaats kan gewerkt worden volgens de principes van een zogenaamd single frequency netwerk (SFN). De frequenties van de verschillende zenders in een enkelvoudig frequentie netwerk zijn onlosmakelijk aan elkaar verbonden maar beïnvloeden elkaar niet, waardoor de zenders op exact dezelfde tijdstippen, exact dezelfde signalen kunnen uitzenden. Daarnaast is OFDM immuun voor storingen in de vorm van echo's.

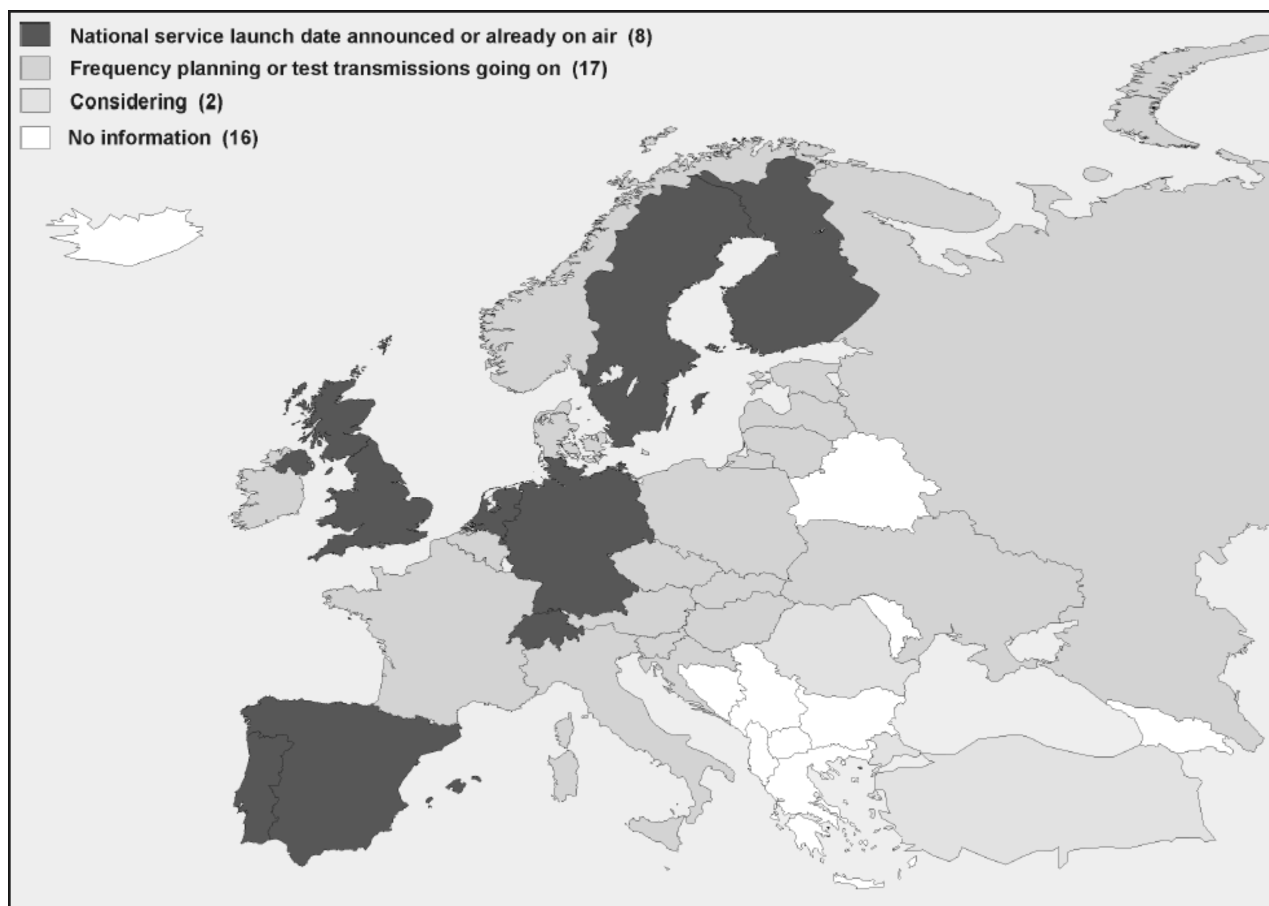
Specifieke instellingen
DVB-T ken vele (meer dan 200!) instellingen. Er bestaat bijvoorbeeld de mogelijkheid om in vele stappen kwaliteit (het aantal over te zenden bits/s) te ruilen met robuustheid (bereik en ontvangst onder moeilijke omstandigheden). In Nederland zijn de beschikbare frequenties gegund aan Digitenne en NOS die in de gekozen mode samen een capaciteit hebben van totaal 100 Mbit/s. Om heel Nederland te voorzien van Digitenne wordt er op grote schaal gebruik gemaakt van Single Frequency Networks (SFN). Er zijn niet voldoende frequenties om zonder deze techniek het gewenste netwerk te bouwen.

De bitstroom
Een bitstroom met DVB-T signalen bevat verschillende soorten van digitale informatie. Dit zijn:
– beeldsignalen, volgens MPEG2-norm gecodeerd;
– geluidsignalen, volgens MPEG1 layer2 norm gecodeerd, deze codering is gelijk aan die bij DAB wordt gebruikt;
– data signalen, bijvoorbeeld teletekst;
– DVB-tabellen, nodig voor een goede werking van het systeem, de ontvanger kan hier uit opmaken wat er wordt uitgezonden.

Al deze signalen, worden tezamen met soortgelijke signalen van andere programma's samengevoegd in één zo genoemde transportstroom en via één of meerdere zenders uitgezonden. Om het in de ontvanger mogelijk te maken alle signalen weer te splitsen en op de goede manier verder te geleiden wordt de informatie in pakketten verdeeld en elk pakket wordt voorzien van een identificatie, de Packet Identifier (PID).
In de tabellen wordt dan vermeld welke PID samen het programma van Nederland 1 vormen. Op deze wijze is het mogelijk om allerlei combinaties samen te stellen. Bijvoorbeeld, een programma met twee verschillende geluidskanalen naar keuze van de kijker. Ook is het mogelijk om zelfstandige audiokanalen op deze manier samen te stellen, die radioprogramma's kunnen verspreiden.

DVB-T in Europa
De opkomst van DVB-T is het gevolg van de vooruitgang in technologische kennis en bewustwording van de voordelen van de aardse digitale transmissietechniek. In diverse Europese landen is DVB-T reeds ingevoerd of wordt binnenkort met de invoering begonnen.

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether



Figuur 5/3.17-10: De implementatie van DVB-T in Europa.

Uit de kaart van figuur 5/3.17-10 kan de implementatie in Europa worden afgeleid.

Zenderpark in ontwikkeling
Nozema heeft voor het DVB-T systeem in de randstad vijf nieuwe zendernetten gepland. Per zendernet kunnen er vier tot vijf TV-programma's worden uitgezonden. Totaal kunnen er dus circa twintig TV-programma's worden uitgezonden. Er blijft dan nog ruimte over voor een vijftiental radioprogramma's en een aantal nieuwe diensten zoals bijvoorbeeld een elektronische programmagids, verbeterde teletekst en achtergrondinformatie bij TV programma's. Met de bouw van deze netten is al begonnen.

In de tabel van figuur 5/3.17-11 wordt een overzicht gegeven van het gehele geplande zendernetwerk dat nodig is voor een landelijke dekking. De meeste antennes kunnen worden ondergebracht in de bestaande torens van de NOZEMA.

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether

Plaats	Hoogte (m)	Aantal kanalen	Vermogen per kanaal in kW	bijzonderheden
Alkmaar	125	8	10	
Ameland	66	7	0,2	
Delfzijl	100	6	10	
Emmen	140	5	10	
Groningen	101	6	10	
Heerenveen	127	7	10	
Hoogeveen	132	7	10	
Hoogezand	103	5	10	Bestaande toren
Irnsum	136	5	10	Bestaande toren
Leeuwarden	126	5	10	
Meppel	126	6	10	
Smilde	204	5	10	Bestaande toren
Wieringermeer	204	6	10	Bestaande toren
Almelo	126	5	10	
Almere	126	6	5	
Apeldoorn	125	4	10	
Arnhem	145	6	10	Bestaande toren
Doetinchem	126	5	10	Bestaande toren
Enschede	126	4	10/5	
Lelystad	177	9	10	Bestaande toren
Markelo	160	4	10	Bestaande toren
Nijmegen	onbekend	6	Onbekend	
Ruurlo	126	4	10	
Tiel	126	5	10	
Wageningen	126	6	40	
Zwolle	128	4	10	Bestaande toren
Breda	129	8	10	
Eys	165	7	1*10;3*5;3*2,5	Bestaande toren
Goes	140	4	10	Bestaande toren
Loon op Zand	133	5	10	Bestaande toren
Maastricht	84	9	3*10;2*5;3*2,5 1*0,5	Bestaande toren
Middelburg	126	4	5	
Mierlo	126	4	10	Bestaande toren
Philippine	126	4	5	Bestaande toren
Roermond	161	4	10	Bestaande toren
Roosendaal	131	7	10	Bestaande toren
Den Bosch	128	6	10	
Venlo	132	4	10	
Weert	130	6	10	
Almere	126	1	10	
Alphen a/d Rijn	128	9	10	Bestaande toren
Amersfoort	148	8	10	
Amsterdam	129	6	10	Bestaande toren
Den Haag	130	7	10	Bestaande toren
Haarlem	142	6	10	Bestaande toren
Hilversum	174	8	10	Bestaande toren
Lopik	163	8	10	Bestaande toren
Maassluis	128	9	6*20;3*10	
Nieuwerkerk	129	9	10	
Oegstgeest	129	7	10	
Rotterdam	205	9	1*20;8*10	Bestaande toren
Sliedrecht	127	9	1*20;7*10;1*5	
Utrecht	128	6	10	
Wormer	128	6	20	Bestaande toren

Figuur 5/3.17-11: Het geplande zendernetwerk voor de landelijke dekking van DVB-T.

5/4

Video

Inhoud

5/4.10 Banden en bandmaterialen
(verschenen in de 3e aanvulling)

5/4.11 Draagbare video recorder
(verschenen in de 3e aanvulling)

5/4.12 Foutzoeken aan de hand van voorbeelden
(verschenen in de 14e aanvulling)

5/4.13 Systemen voor het programmeren van videorecorders
(verschenen in de 58e aanvulling)

5/4.14 Het kopieerbeveiligingssysteem Macrovision
(verschenen in de 59e aanvulling)

5/4.15 D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop
(verschenen in de 120e aanvulling)

5/4.15

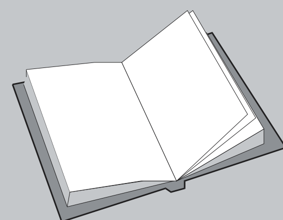
D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

Inleiding

VHS is dood, lang leve D-VHS!
De waarzeggers van de elektronica industrie hebben het oeroude VHS-systeem voor het op een analoge manier magnetisch opnemen en weergeven van videogegevens morsdood verklaard.
Niet ten onrechte, zo lijkt bij oppervlakkige beschouwing. Immers, wilt ú in dit DVD-tijdperk nog grote cassettes met duizenden meters magnetische tape op- en afspoelen, als u voor een habbekrats een DVD en dito afspeler kunt kopen?
Tóch liggen de zaken niet zo eenvoudig. Het is nu net het woord “habbekrats” in de vorige zin dat wel eens tot een wederopstanding van het VHS-systeem zou kunnen leiden. Maar dan een geheel vernieuwd VHS-systeem, digitaal met een reusachtige opnamecapaciteit en in werkelijk schitterende High Definition kwaliteit. Dat vernieuwd systeem heet “D-VHS”, afkorting van “Digital Video Home System” en het nu al in Japan en Noord-Amerika op de markt.

De highlights van D-VHS
Waar gaat het over? Wij vatten de voornaamste eigenschappen van dit nieuwe medium even voor u samen:
– D-VHS slaat audio- en video-informatie digitaal op een D-VHS cassette op die een capaciteit heeft van niet minder dan 44 GB;
– D-VHS ondersteunt High Definition TV, waarbij een beeld bestaat uit niet minder dan 1.080 horizontale lijnen en dat non-interlaced;
– D-VHS is in staat 3,5 uur van dergelijke High Definition Digital Video op één cassette op te slaan;
– D-VHS ondersteunt Dolby Digital 5.1 en DTS surround-sound en dat met de hoogste resoluties en bitrates ooit vertoond;
– D-VHS werkt met de IEE1394 “FireWire” bus, dé moderne standaard voor het serieel snel transporteren van audio- en videogegevens van het ene naar het andere apparaat;
– D-VHS is volledig compatibel met VHS en SVHS, dergelijke cassettes

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/3.8
Hoofdstuk 5/9.3
Hoofdstuk 5/20.1
Hoofdstuk 5/20.2
Hoofdstuk 5/21.1



4.15 D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

kunt u zonder problemen in een D-VHS apparaat afspelen;
– vier Amerikaanse filmstudio's hebben op dit moment reeds honderden films uitgebracht volgens het nieuwe speciaal voor D-VHS ontwikkeld D-Theater formaat, al deze films zijn met 1.080 interlaced lijnen opgenomen en voorzien van surround-sound.

Kortom, D-VHS lijkt hét videomedium van de toekomst, hoewel de ontwikkelingen op Blu-ray Disk gebied natuurlijk roet in het eten zouden kunnen strooien.

Een nieuw logo
Uiteraard wordt aan het D-VHS systeem een nieuw logo gekoppeld. Dit is voorgesteld in figuur 5/4.15-1 en wordt op ieder D-VHS compatibel apparaat en op iedere D-VHS compatibele videotape vermeld.



Figuur 5/4.15-1: Het logo van D-VHS.

Aan DVD valt geen cent te verdienen
De gemiddelde videoconsument is uiterst tevreden met zijn DVD-speler en de overvloed aan speelfilms die op dit medium verkrijgbaar is. Immers, een DVD-speler kost tegenwoordig minder dan € 50,00 en de prijs van films op DVD is in een onstuitbare glijvlucht terecht gekomen. Films (niet de bekendste, dat wél) worden nu al voor € 2,99 aangeboden.

Wie niet zo blij zijn met deze ontwikkelingen zijn uiteraard de fabrikanten van DVD-apparatuur en -schijfjes en zeker de copyright rechthebbenden, de grote filmstudio's. Met dergelijke lage prijzen is er weinig te verdienen op deze markt. Bovendien is het voor gespecialiseerde illegale bedrijven een fluitje van een cent om zelfs gecodeerde DVD's te kopiëren. De markt wordt verziekt, de verdiensten gaan nog meer dalen.

Vandaar dat deze fabrikanten en rechthebbenden dromen van een nieuw medium, waarvoor weer dure apparaten op de markt gebracht kunnen worden en dat liefst zo moeilijk mogelijk te kopiëren valt. De aloude magnetische tape is, wat dit laatste betreft, natuurlijk een uitstekend medium. Een tape moet immers meter na meter gekopieerd worden, dat kost veel tijd en het is dus voor de illegale handel een oninteressant medium.

Consumenten lokken met kwaliteit
Wil zo'n nieuw medium kans op commercieel succes hebben, dan moet het systeem natuurlijk een paar voordelen hebben waardoor het zich gunstig onderscheid van DVD. Nu is de gemiddelde videokijker, die met een 80 cm breedbeeld-TV kijkt, ongetwijfeld uiterst tevreden over de beeldkwaliteit van DVD.

Anders is het gesteld met de thuisbioscoop fanaat, die het beste van het beste wil. Die heeft inmiddels ongetwijfeld een levensgroot plasmascherm met hoge resolutie aangeschaft of projecteert zijn video's via een hoge resolutie projector op een scherm met bijna bioscoop afmetingen. Onder deze extreme omstandigheden blijkt dat de kwaliteit van DVD te wensen overlaat.

Bovendien is deze consument, die aan zijn plasmascherm of videoprojector al de nodige duizenden euro's heeft uitgegeven, niet te beroerd om weer eens

D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

diep in de buidel te tasten voor een systeem dat High Definition Digital Video van bioscoopkwaliteit belooft.

Video: een systeem uit het jaar 1941

Als u uw TV aanzet, kijkt u naar een systeem dat door de Amerikaanse NTSC in 1941 werd gestandaardiseerd en in Europa iets werd aangepast. U kijkt naar een beeld met een onnatuurlijke 4 op 3 verhouding, dat bovendien per seconde slechts 2 x 25 halve beeldjes van ieder ongeveer 270 horizontale lijnen op uw scherm zet. Het uitzenden van één beeld onder de vorm van twee op elkaar volgende halve beelden noemt men interlace. Een hele technische prestatie voor die tijd, maar uiteraard volstrekt verouderd. Up-daten van de specificaties van die 1941 TV-standaard stuitte steeds op compatibiliteitsproblemen. Men vond dat bezitters van oude apparatuur wél uitzendingen volgens nieuwe standaarden moesten kunnen blijven kijken. Vandaar dat het technisch bekeken een heel gedoe was om stereogeluid, teletekst, kleur, breedbeeld en surround-sound aan een TV-uitzending toe te voegen. Een oeroude zwart/wit-ontvanger moet uit het inmiddels zeer complexe videosignaal nog steeds in staat zijn een zwart/wit-beeld met monogeluid af te leiden.
Op een bepaald moment is de compatibiliteitseis echter niet meer reëel en ook niet meer haalbaar. In het 1941 systeem is geen enkele vernieuwing of verbetering meer onder te brengen.

De High Definition revolutie

Vandaar dat men in de negentiger jaren van de vorige eeuw heeft besloten een geheel nieuw systeem te ontwikkelen voor het uitzenden van videobeelden: High Definition TV, afgekort tot HDTV. Helaas moest de wereld bij de ontwikkeling van dit systeem de maar al te bekende tragedie bijwonen: door onenigheid tussen Europa, de Verenigde Staten en Japan kwam er maar geen wereldwijde standaard van de grond. Bovendien bevochten de verschillende fabrikanten elkaar ook nog eens om iedere norm en ieder IC, wat ook voor de nodige vertraging heeft gezorgd.
Hoe dan ook, inmiddels zijn er wél HDTV uitzendingen in Japan en in de Verenigde Staten, zowel via de kabel als via de satelliet. Meestal gaat het over betaalzenders, waarop men zich moet abonneren.
De High Definition standaard stelt de volgende minimale eisen aan het uit te zenden materiaal:

- beeldverhouding 16 op 9 (breedbeeld);
- minimaal 720 tot maximaal 1.080 horizontale lijnen per beeld;
- beeldopbouw interlaced of non- interlaced.

Bij dit laatste systeem, ook wel “progressive” genoemd, worden alle lijnen van één beeld achter elkaar uitgezonden en op uw beeldscherm opgebouwd. In de Amerikaanse litteratuur wordt de afkorting “i” gebruikt als men interlaced bedoeld en de afkorting “p” als men progressive bedoeld. Als u dus ergens leest dat een plasma beeldscherm een maximale resolutie van “1080p” aankan, dan betekent dit dat het apparaat het beeld uit 1.080 lijnen opbouwt, die in één scan op het scherm worden geschreven.

Betere apparatuur noodzakelijk

Voor het optimaal weergeven van HDTV en HD-Video volstaat uw standaard TV niet meer. Niet alleen heeft het apparaat

4.15 D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

niet de noodzakelijke elektronica aan boord, maar bovendien in de resolutie van uw scherm te klein. Gelukkig zijn er inmiddels plasma beeldschermen ontwikkeld, die niet alleen groot genoeg zijn om HD op waarde te kunnen schatten, maar ook voldoende beeldpunten (pixels) hebben om de hoge definitie van HD weer te kunnen geven.
Hetzelfde verhaal geldt voor videoprojectoren, waar de nieuwe DLP-technologie dergelijke hoge resoluties zonder meer mogelijk maakt. Wij komen daar later in dit hoofdstuk nog uitgebreid op terug.

HD-apparatuur is niet tevreden met DVD
Goed, u heeft een prachtig 61 inch plasmascherm met een resolutie van 1.365 bij 768 pixels aangeschaft en kijkt via een speciale satellietontvanger naar HD-programma's met optimale kwaliteit. Als u dan op hetzelfde grote scherm een normale DVD-film afspeelt is de teleurstelling groot. Vergeet immers niet dat het videomateriaal op een DVD nog steeds uitgaat van de oude uit 1941 stammende norm en nog steeds één beeld opbouwt uit twee interlaced uitgezonden halve beelden van 270 lijnen! Een absolute afgang in vergelijking van de 1.080 lijnen die u van uw satellietprogramma's bent gewend.

D-VHS wordt het videosysteem voor de HD-verwende kijker
Het is op die momenteel nog kleine, maar kapitaalkrachtige elite van HD-kijkers waar de fabrikanten van de nieuwe D-VHS norm op mikken. HD-resolutie niet alleen via de kabel en de satelliet, maar ook via magnetische tape, uiteraard aangevuld met de modernste audiotechnologie zoals Dolby Digital en DTS.

Software ondersteuning via D-Theater
Het op de markt brengen van zo'n nieuw systeem heeft uiteraard alleen kans om door te breken als er voldoende software op de markt verschijnt. Dat zit met D-VHS wel goed. Op dit moment zijn vier vrij grote Amerikaanse filmmaatschappijen, namelijk Artisan, DreamWorks, Twentieth Century Fox en Universal Studios, bezig hun repertoire uit te brengen op D-VHS cassettes. Er zijn inmiddels een paar honderd Amerikaanse titels beschikbaar, die u natuurlijk via Internet rechtstreeks in Amerika kunt bestellen en uiteraard niet zijn ondertiteld.
De D-Theater cassettes zijn uiterlijk nauwelijks van de ouderwetse, u wel bekende VHS-cassettes te onderscheiden, maar gelukkig is er ook voor D-Theater een logo ontwikkeld, zie figuur 5/4.15-2, dat uiteraard op alle D-Theater tapes wordt gedrukt.



Figuur 5/4.15-2: Het logo van de software van het D-VHS systeem.

Belangrijke opmerkingen

Voorlopig voornamelijk NTSC
De meeste D-VHS apparatuur die op dit moment op de markt is, is ontwikkeld voor de Amerikaanse markt en werkt dus volgens het Amerikaanse NTSC-kleurensysteem. Zoals u weet werken alle

D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

Europese kleurenuitzendingen volgens de PAL-norm. U kunt dus zo'n D-VHS recorder niet aansluiten op een standaard Europese TV, tenzij deze beschikt over de mogelijkheid om ook NTSC-materiaal weer te geven. Er is op dit moment slechts één Philips apparaat op de markt dat de Europese PAL norm ondersteunt.

Alleen Amerikaanse films

Dezelfde opmerking geldt natuurlijk ook voor de D-Theater tapes. Ook deze zijn typisch Amerikaans en worden voorlopig zonder ondertitels verkocht.

Zinloos zonder HD-apparatuur

Het heeft geen enkele zin een D-VHS recorder aan te sluiten op een normale TV (al kan het technisch wél). De kwaliteit van het High Definition beeldmateriaal komt niet tot uiting op een standaard lage resolutie beeldbuis.

Volgt Europa?

Wij beschrijven in dit hoofdstuk een belangrijke nieuwe trend, waarbij het nog helemaal niet zeker is of deze ooit in Europa op de markt komt. Philips zou bepaalde Amerikaanse apparatuur in Europese uitvoering op de Europese markt introduceren in de tweede helft van 2005, maar een waterdichte toezegging bestaat er niet.

Tóch compatibel dank zij FireWire

Ondanks de toegepaste NTSC-norm kunt u tóch D-VHS apparatuur in Europa toepassen. Tot de D-VHS norm hoort namelijk de verplichting dat alle fabrikanten hun apparatuur voorzien van een IEE1394 interface. Deze digitale bus, FireWire genoemd, wordt steeds vaker toegepast op allerlei digitale multimedia-apparatuur, zoals videokaarten voor de PC, videocamera's, videomixers en beeldschermen.

D-VHS versus Blu-ray Disk

Bij Europese fabrikanten bestaat nogal wat weerstand tegen het D-VHS systeem omdat deze ervan overtuigd zijn dat de toekomst van High Definition Digital Video niet bij een door het publiek als ouderwets ervaren magnetische band ligt, maar bij de opvolger van de DVD, de Blu-ray Disc. Inderdaad is dit schijfje zonder meer in staat de immense datahoeveelheid van een HD-film op te slaan en met een voldoende snelle data-overdracht weer naar een HDTV of HD-monitor te sturen. Maar, wanneer, door wie en met welke software-ondersteuning HD-video's op Blu-ray Disc op de markt komen is een kwestie waar niemand op dit moment iets over kan zeggen. Bovendien heerst er op het blauwe laser front de inmiddels bekende belangenstrijd tussen diverse fabrikanten die ieder hun eigen norm willen doordrukken. D-VHS is een uitgekristalliseerde norm en heeft dus een paar jaar voorsprong op de ontwikkelingen op Blu-ray Disk gebied.

De D-VHS technologie

Inleiding

Het High Defenition (HD) D-Theater systeem is een in 2002 door JVC geïntroduceerd systeem op basis van VHS. Bij de systeemontwikkeling werd beroep gedaan op technologie die door Philips, Hitachi en Matsushita Electric Industrial ter beschikking werd gesteld. Dit heeft, na enkele prototypes, geresulteerd in de introductie van de eerste D-VHS recorder. In feite gaat het om een digitale ver-

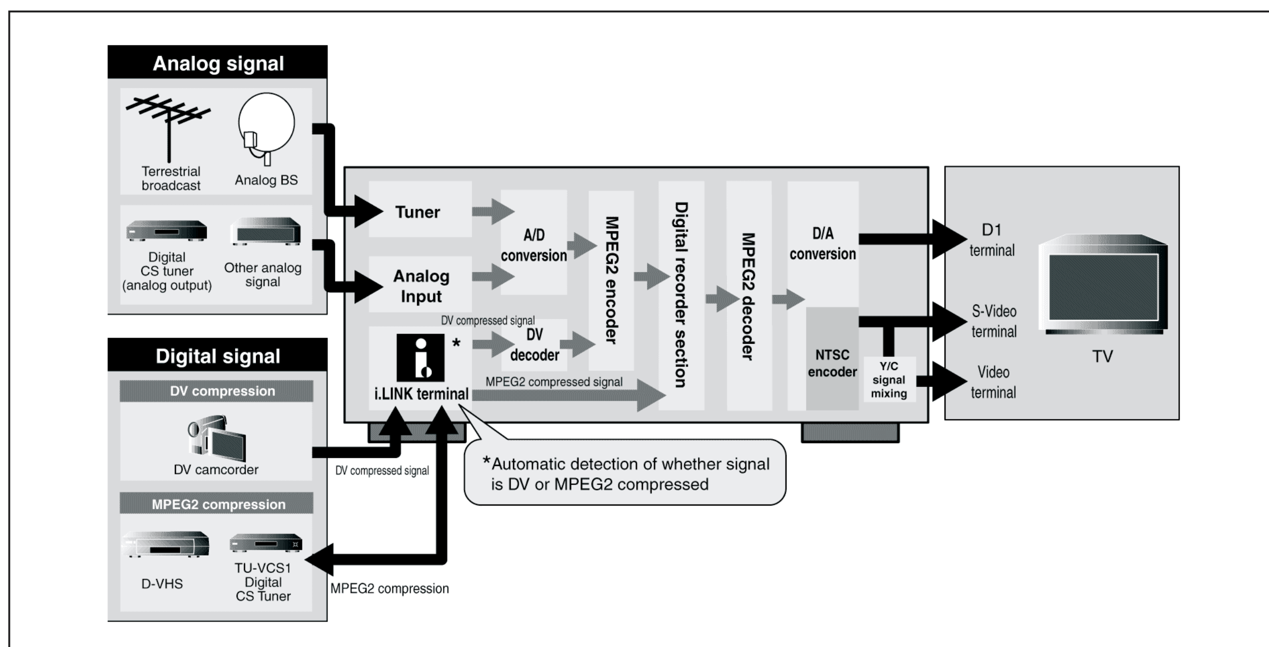
4.15 D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

sie van het vertrouwde analoge systeem. De kwaliteit van beeld en geluid is aanmerkelijk beter dan deze van gewone VHS-opname en -weergave. Met betrekking tot beeld is er bijvoorbeeld een verbetering van het aantal beeldlijnen. Dit aantal is verhoogd van 480 interlaced beeldlijnen voor VHS tot maximaal 1.080 non-interlaced beeldlijnen voor D-VHS. Naast betere beeldkwaliteit gaat er ook nog eens meer speelduur op een D-VHS. Banden met een opnameduur van 3,5 uur zullen geen uitzondering zijn. Op Long Play zal de opnametijd zelfs drie keer zo lang zijn: 21 uur opnemen en afspelen op één band waarbij de kwaliteit ook dan nog beter is dan die van de huidige VHS! Verder is D-VHS volledig compatible met VHS en SVHS. Opnames die gemaakt zijn met VHS of SVHS kunt u dus normaal weergegeven met de D-VHS recorder. Verder is het mogelijk om zonder verlies en volledig digitaal DV-opnames (van bijvoorbeeld een DV-camcorder) over te zetten op D-VHS.
Op de nieuwe D-VHS cassettes past ongeveer 44 GB aan gegevens. Dat is tien keer meer informatie dan op een enkellaags DVD past!
Het systeem is dus een ideaal medium voor het archiveren van kostbare video-opnames. Dank zij de digitale registratie op de magnetische tape hoeft u niet bang te zijn voor toename van de ruis op oude banden. Een bekend en gevreesd verschijnsel bij VHS banden! Daar kan immers bij digitale registratie absoluut geen sprake van zijn.
Ook wat betreft datadoorvoer is D-VHS superieur. De gemiddelde datadoorvoer van DVD’s is 7 tot 8 Mbit/s, bij D-VHS is men er in geslaagd 28 Mbit/s van de tape te lezen of naar de tape te schijven.

Systeemondersteuning
Het D-VHS systeem wordt, althans op verduldig papier, ondersteund door:
– Daewoo Electronics;
– Funai Electric;
– Grundig;
– Hitachi;
– Hughes;
– JVC;
– LG Electronics;
– Marantz;
– Matsushita Electric Industrial;
– Mitsubishi Electric Corporation;
– Panasonic;
– Philips Electronics;
– Samsung Electronic;
– Sanyo Electric;
– Sharp Corporation;
– Sony Corporation;
– Thomson Consumer Electronics;
– Toshiba Corporation.

Welke fabrikanten écht van plan zijn apparatuur op de markt te gaan brengen is nog duister. Op dit moment heeft JVC een viertal apparaten op de markt gezet in de USA en Japan. Minstens één van deze apparaten wordt ook aangetroffen met een bordje “Mitsubishi” er op geplakt. Philips zou van plan zijn twee van de JVC apparaten te “vereuropeaniseren” en in de tweede helft van 2005 in Europa te introduceren. Daarnaast treft u op Internet gegevens aan over de VR20D, een geheel eigen ontwikkeling van Philips die echter nog nergens te koop is. Panasonic heeft één model (PV-HD1000) geïntroduceerd, Hughes heeft met de HDR-205 één model op de markt gezet en Marantz is gevolgd met de MV8300/U1B.
Wat betreft de speciale D-Theater cassettes hebben de onderstaande fabrikanten zich bereid verklaard te gaan fabriceren:
– BASF Corporation;

D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop



Figuur 5/4.15-3: Het blokschema van een D-VHS recorder.

- Fuji Photo Film;
- Hitachi Maxell;
- Konica Corporation;
- Sumitomo 3M.

Op D-Theater gebied zijn er nu vier grote Amerikaanse filmdistributeurs die in snel tempo hun filmaanbod aanbieden:

- Artisan;
- DreamWorks;
- Twentieth Century Fox;
- Universal Studios.

Twee andere grote aanbieders van films, Sony en AOL Time Warner, zijn absoluut niet van plan hun materiaal op D-Theater cassettes te gaan aanbieden. Zij zweren bij de toekomstige ontwikkelingen op DVD en Blu-ray Disk technologie.

Blokschema van een D-VHS recorder

In figuur 5/4.15-3 is het blokschema van een D-VHS apparaat voorgesteld. Aan de ingang herkent u de normale kabeltuner met analoge ingang. Daarnaast is ook een analoge ingang aanwezig voor het ontvangen van signalen van analoge videobronnen, zoals een tuner of een oude VHS-recorder. Via de i.Link ingang kunt u digitale videosignalen rechtstreeks op het apparaat aansluiten. Dan kan zowel het uitgangssignaal van een camcorder zijn, het digitale signaal van een andere D-VHS recorder of het signaal van een digitale tuner. Deze digitale ingang kan rechtstreeks signalen verwerken die door middel van MPEG2 zijn voorzien van compressie. De analoge ingangssignalen gaan vervolgens naar de analoog naar digitaal omzetter en worden via de ingebouwde MPE2-encoder omgezet in MPEG2-signalen. Nadien volgt uiteraard het opnamedeel, waardoor de digitale signalen op de tape worden geschreven.

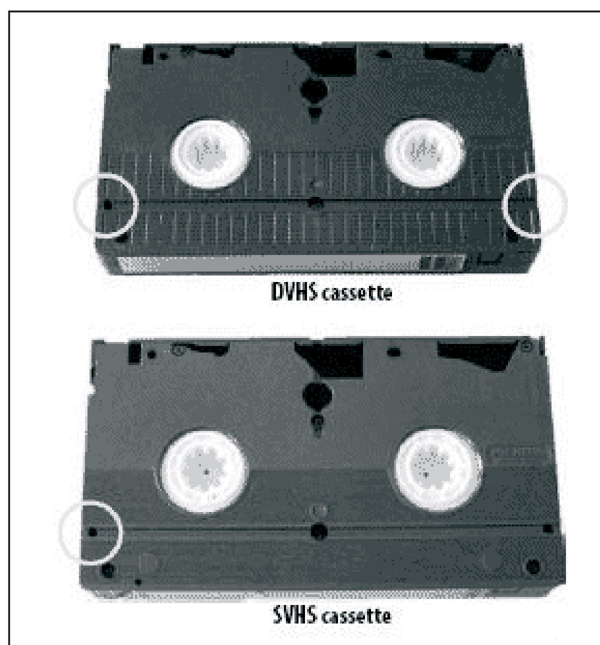
Bij het weergeven van een D-Theater tape gaan de digitale signalen van de band eerst naar de MPEG2-decoder en via de digitaal naar analoog omzetter naar de analoge uitgangen van het apparaat.

4.15 D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

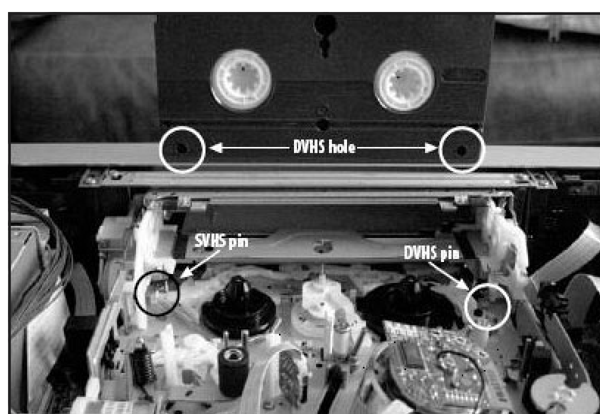
Via een ingebouwde NTSC-encoder worden de analoge signalen gemengd tot een composite video signaal volgens Amerikaanse norm. Het zal duidelijk zijn dat het apparaat geschikt kan worden gemaakt voor de Europese markt door de NTSC-encoder te vervangen door een PAL-encoder. Dat is dus wat Philips van plan is.
Wat niet expliciet in dit blokschema is opgenomen is dat een D-VHS recorder per definitie is uitgerust met een optische uitgang waarop Dolby Digital 5.1 en (soms) DTS gecodeerde audiosignalen staan. Deze kunt u via een standaard optische kabel verbinden met de dito ingang van uw digitale surround-sound installatie.

De D-VHS cassettes

Uiteraard is een D-VHS recorder volledig compatibel met de analoge VHS-standaard. Dat betekent dat u oude VHS en SVHS cassettes zonder problemen op een D-VHS apparaat kunt afspelen. Op zo'n analoge cassette kunt u echter niet digitaal opnemen.
De nieuw ontwikkelde D-VHS cassettes zijn uiterlijk volledig identiek aan de analoge VHS banden. Alleen als u goed kijkt ziet u een minimaal verschil, toegelicht aan de hand van figuur 5/4.15-4. Als u een VHS cassette aan de onderzijde bekijkt ziet u links een klein indexgaatje. De D-VHS cassettes hebben zowel links als rechts van deze gaatjes.
In het afspeelmechanisme van een D-VHS recorder zijn twee pennetjes aangebracht, zie figuur 5/4.15-5. die in deze index-gaatjes passen. Aan de hand van dit eenvoudige systeem kan de D-VHS recorder zélf automatisch detecteren wat voor soort band u in het apparaat heeft ingevoerd.



Figuur 5/4.15-4: Het minimale verschil tussen een VHS en een D-VHS cassette: de ene heeft één, de andere twee index-gaatjes.



Figuur 5/4.15-5: Twee pennetjes in de mechanica van de D-VHS recorder detecteren het soort cassette dat u heeft ingevoerd.

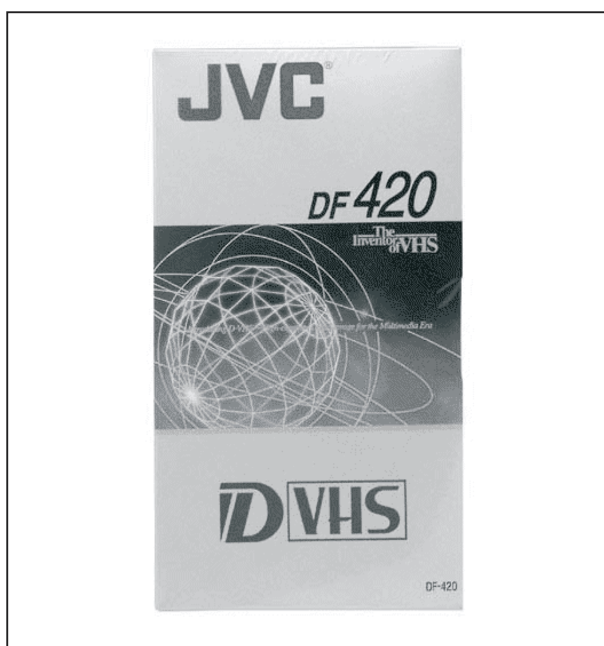
Op dit moment zijn twee soorten tapes beschikbaar:

– DF300 kan 31,7 GB gegevens bevatten en heeft in de High Definition modus een speelduur van maximaal 2,5 uur;

D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

– DF420, zie figuur 5/4.15-6, kan 44,4 GB bevatten en heeft in dezelfde modus een speelduur van ongeveer 3,5 uur.

Er zijn verschillende Internetwinkels in Nederland en België die D-VHD cassettes verkopen. De prijs van een DF300 ligt rond € 20,00.

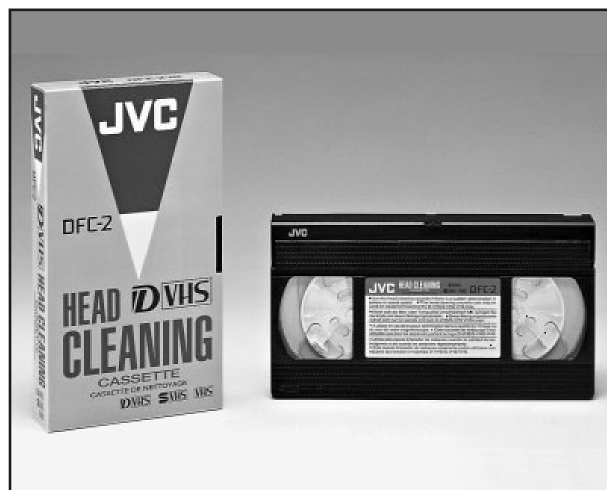


Figuur 5/4.15-6: De nieuwe D-VHS cassette heeft een speelduur van niet minder dan 3,5 uur in HD kwaliteit.

De speciale reinigingscassette DFC-2

Bij analoge VHS wordt het weliswaar aanbevolen, maar weinig mensen zullen het doen: regelmatig de koppentrommel en de koppen reinigen.

Bij D-VHS echter, is dat een absolute voorwaarde voor betrouwbare werking op lange termijn. JVC heeft een speciale reinigingscassette op de markt gebracht, zie figuur 5/4.15-7, die u regelmatig moet invoeren en laten spoelen om alle vervuiling van de koppen en de trommel te verwijderen.



Figuur 5/4.15-7: De speciale reinigingscassette DFC-2.

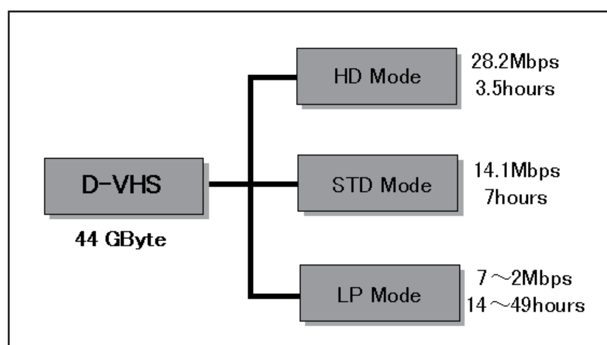
D-VHS recording modes

De D-VHS norm schrijft drie opname modi voor die overzichtelijk zijn samengevat in figuur 5/4.15-8:

– HD Mode
  Dit is natuurlijk de High Definition modus. In deze modus werkt het systeem met een datarate van maximaal 28,2 Mbit/s en u kunt, zoals reeds geschreven, 2,5 of 3,5 uur High Definition Digital Video op één cassette opnemen. De hoge datarate wordt verkregen door te schrijven en te lezen met twee kopjes. Voor iedere omwenteling worden er dus twee track's op de band geregistreerd of uitgelezen.

– STD Mode
  In deze STandarD modus schrijft het systeem maximaal 14,1 Mbit/s naar de tape. Deze modus is compatibel met de normen die worden toegepast bij digitale televisie via de satelliet. Volgens de ontwerpers van het systeem is de kwaliteit te vergelijken met DVD kwaliteit. Maar u kunt wél 5 of 7 uur op één cassette opnemen! Het zal duidelijk zijn dat het D-VHS systeem op dit gebied de DVD vér achter zich laat.

4.15 D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop



Figuur 5/4.15-8: De drie recording modes van het D-VHS systeem.

– LP of LS Mode
  Deze termen worden door elkaar gebruikt, zelfs in de documentatie van JVC, de ontwerper van het systeem. LP staat voor “Long Play”en LS voor “Low Speed”. In deze modus staan vier datarates ter beschikking:
  – LS2:
    In deze submodus wordt gewerkt met 7,0 Mbit/s, wat een maximale speelduur van ongeveer 14 uur oplevert.
  – LS3:
    In deze submodus wordt gewerkt met 4,7 Mbit/s en een speelduur van ongeveer 21 uur. Volgens de ontwerpers van het systeem levert deze modus een beeldkwaliteit op die vergelijkbaar is met deze van een SVHS cassette.
  – LS5:
    De datarate bedraagt 2,8 Mbit/s, hetgeen een maximale speelduur van ongeveer 35 uur oplevert. De kwaliteit is vergelijkbaar met de analoge VHS cassette.
  – LS7:
    Met een datarate van 2,0 Mbit/s en een speelduur van ongeveer 49 uur is deze submodus bedoeld voor het opslaan van gegevens van bewakingscamera’s. De kwaliteit van het systeem is echter veel en veel beter dan deze van de huidige analoog werkende opslagsystemen.

Samenvatting
In de tabel van figuur 5/4.15-9 zijn de waarden van de voornaamste parameters voor de verschillende modi samengevat. Let op dat de input data rate iets anders is dan de recording rate. De eerste grootheid geeft alleen de hoeveelheid “echte” gegevens weer die worden verwerkt. De tweede grootheid geeft aan hoeveel gegevens er op de band worden geschreven. Dat deze tweede grootheid veel hogere waarden heeft, heeft alles te maken met de noodzaak allerlei foutcorrectiecodes en besturingsbits op de band op te slaan. Uit de waarden van de recording rate kunt u duidelijk afleiden dat er in feite maar met één recording rate per kop wordt gewerkt: 19,14 Mbit/s. De verdubbeling bij de HD Mode komt tot stand doordat dán met twee koppen wordt geschreven.

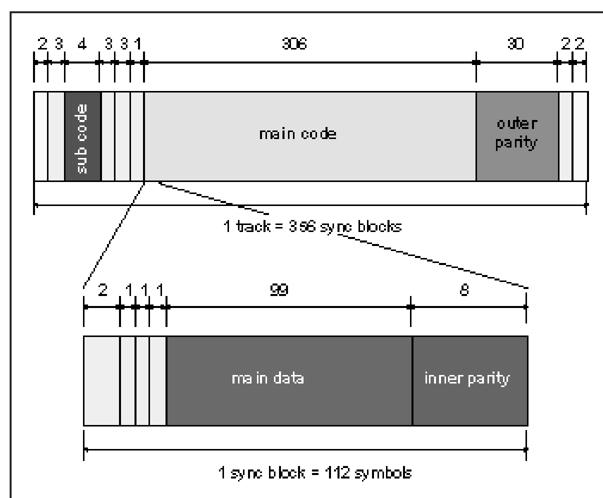
Het recording systeem
Het opname- en weergavedeel van een D-VHS recorders lijkt erg op dat van een analoge VHS recorder. Dat moet ook, want het systeem moet in staat zijn analoge VHS banden te verwerken. De koppen zijn opgenomen op een draaiende trommel, waarlangs de band wordt geleid. De koppentrommel, met dezelfde diameter als gebruikt in een VHS recorder (62 mm), draait in de D-VHS mode met de normale omwentelingssnelheid van 30 Hz. De digitale kopjes hebben een azimuth van ±30°, hetzelfde als de HiFi kopjes in VHS. De bandsnelheid is 16,67 mm/sec en de track pitch is 29 µm in HD Mode en 49 µm bij normaal VHS in LP Mode.

D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

	HD Mode:	STD Mode:	LS2 Mode:	LS3 Mode:	LS5 Mode:	LS7 Mode:	
Input data rate	28,2	14,1	7	4,7	2,8	2	Mb/sec
Tape speed	33,35	16,67	8,33	5,55	3,33	2,38	mm/sec
Recording time	3,5	7	14	21	35	49	uur (DF-420)
Recording rate	38,28	19,14					Mb/sec

Figuur 5/4.15-9: Samenvatting van de specificaties van de verschillende recorder modi.

Een D-VHS recorder heeft acht koppen: vier voor het VHS video (SP en EP), twee voor het FM gemoduleerde geluid en twee speciale voor D-VHS digitale opname en weergave.
Het sporenpatroon wordt door middel van de helical scan methode op de band geschreven onder de vorm van schuine track's of sporen. Elk spoor bestaat uit 356 syncblokken waarvan er 336 de main code bevatten. Elk van die 336 syncblokken bevat 112 bytes (symbols) aan data en is voorzien van acht bytes Reed-Solomon Error Correctie Code (Inner Code). De eigenlijke MPEG-2 gecodeerde videodata vindt in de 99 bytes main data een plaatsje. Het totale spoor kent dan weer een Outer ECC van tien syncblokken. De twee syncblokken aan het begin en het eind zijn aanwezig als een soort veiligheidsmarge. De totale recording datarate in de STD mode bedraagt 19,14 Mbit/sec. Met deze beveiliging beschikt men over een zeer lage kans op datafouten, namelijk 10^{-15} zonder correctie en 10^{-20} met correctie. De "code word shuffling" gebeurt over zes track's en de modulatiemethode is de bekende Scrambled Interleaved-NRZI modulatie.
De vier Sub Data Sync blokken worden gebruikt voor de opname van een absolute adres code (een soort tijdcode) en een indexering van de inhoud. In de toekomst kan dit ook gebruikt worden voor het opnemen van een model specifiek nummer ten behoeve van kopieerbeveiliging en Program Specific Information (PSI), zoals dat nu al meegezonden wordt met MPEG-2 gecodeerde televisieprogramma's. Deze data wordt redundant opgenomen zodat bij tape search deze data gelezen kan worden.
In figuur 5/4.15-10 is voorgesteld hoe één track er uit ziet. figuur 5/4.15-11 geeft een overzicht van het sporenpatroon. Duidelijk is te zien dat het CTL (Control Track Longitudinal) spoor nog steeds zijn belangrijke functie vervult voor de goede werking van de servoschakeling.

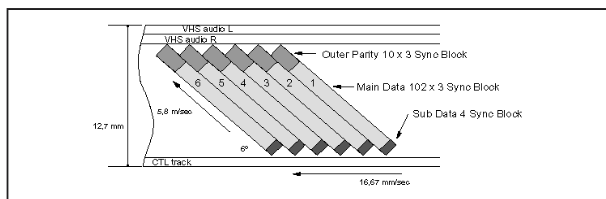


Figuur 5/4.15-10: De structuur van één track van de D-HVS data op de tape.

De FireWire interface

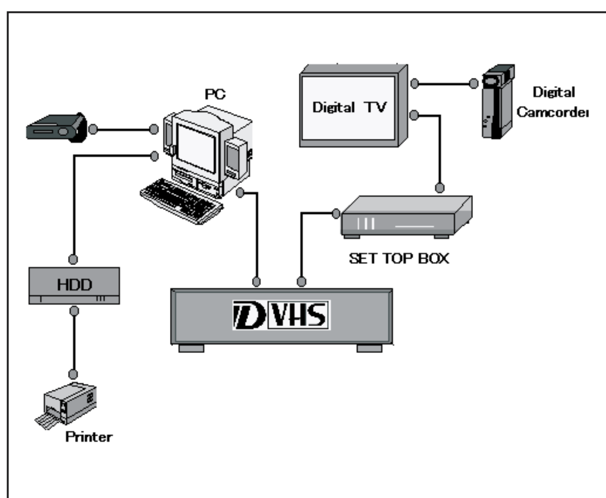
Standaard apparaten uit de consumenten elektronica, zoals DVD-spelers, beeldschermen en surround-sound versterkers, hebben meestal geen FireWire aansluiting.

4.15 D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop



Figuur 5/4.15-11: Het sporenpatroon op de D-VHS tape.

De D-VHS standaard verplicht iedere fabrikant zijn apparatuur met een dergelijke interface uit te rusten. Dat is uiteraard een belangrijke stap in de goede richting: het onderling verbinden van allerlei apparatuur wordt er een stuk eenvoudiger door. In figuur 5/4.15-12 is geschetst wat een FireWire interface inhoudt. Het is in feite een soort doorlussysteem, waarmee u alle apparaten die over een FireWire connector beschikken met elkaar kunt verbinden.

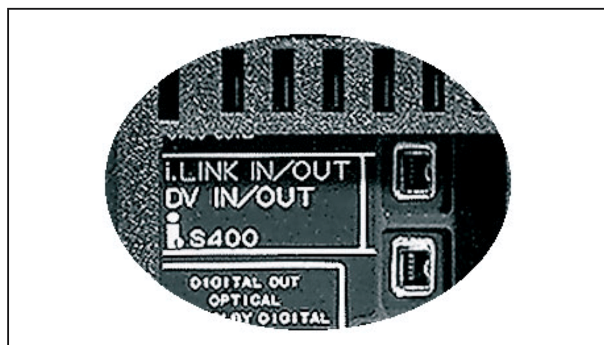


Figuur 5/4.15-12: Het systeem van de FireWire bus.

FireWire is een koosnaampje voor een interface die werd ontwikkeld door Apple als een zeer snelle seriële bus voor haar computers. Eerst vele jaren later, om precies te zijn in 1995, werd de interface door de IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) als standaard geaccepteerd en werd er de officiele benaming IEEE1394 aan toegekend. In hetzelfde jaar besloot Sony haar digitale camcorders te voorzien van een FireWire aansluiting, maar dan onder de naam "i.Link" of "i.Link 1394".

FireWire, i.Link en IEEE1394 zijn dus benamingen voor één en hetzelfde systeem en u treft tegenwoordig op iedere moderne PC wel een connector onder een van deze drie namen aan.

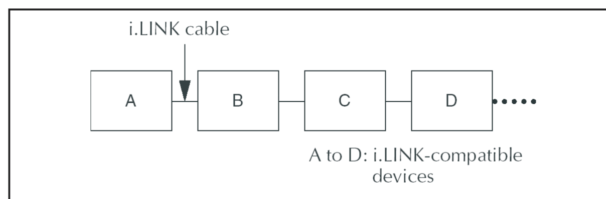
Het handige van dit systeem is dat u door een simpel draadje seriële gegevens met een snelheid van minstens 400 Mbit/s kunt versturen van het ene naar het andere apparaat. In figuur 5/4.15-13 zijn de twee FireWire aansluitingen op de achterzijde van een D-VHS recorder voorgesteld.



Figuur 5/4.15-13: De twee i.Link connectoren op de achterzijde van ieder D-VHS apparaat.

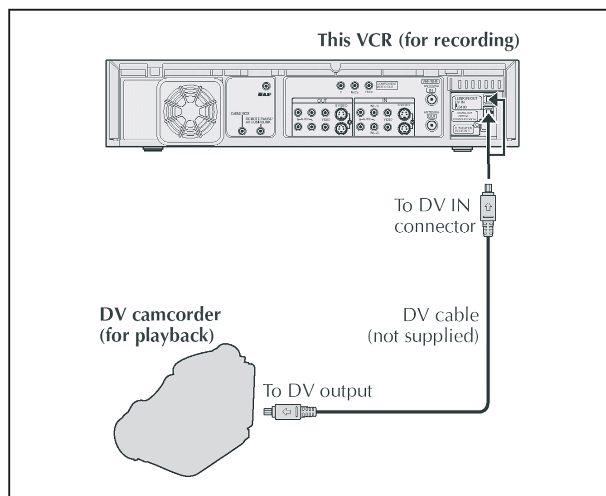
Dank zij deze twee connectoren kunt u, zie figuur 5/4.15-14, een ketting samenstellen, waarbij de signalen van apparaat A via de apparaten B en C naar apparaat D worden doorgekoppeld. Wél moeten, in de meeste gevallen, ook de apparaten B en C zijn ingeschakeld of ten minste in de stand-by stand staan. U kunt dus een digitale camcoder op een TV met FireWire aansluiten, en de bus doorkoppelen naar uw D-VHS recorder.

D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop



Figuur 5/4.15-14: Het doorkoppelen van een seriële digitale datastroom van apparaat A naar apparaat D via FireWire.

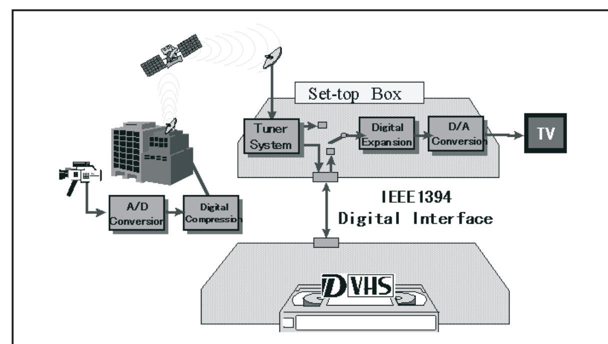
Met een D-VHS recorder kunt u volledig digitaal uw gegevens op de kleine bandjes van uw digitale camcorder archiveren op D-VHS tapes, zie figuur 5/4.15-15. Een en ander wordt nog gemakkelijker, doordat D-VHS een goed indexsysteem heeft (lees verder).



Figuur 5/4.15-15: Het archiveren van video, opgenomen met uw camcorder, op een D-VHS recorder.

Bitstream recording

Het is in feite een logisch gevolg van de IEE1394 interface, maar het is toch wel nuttig om even aandacht te besteden aan de bitstream recording van het D-VHS systeem. Bij bitstream recording, zie figuur 5/4.15-16, worden de digitale gegevens die bijvoorbeeld van een satelliet zijn ontvangen, rechtstreeks zonder enige signaalbewerking op de tape geschreven. Dat betekent dat er geen DAC's, ADC's, compressoren of scramblingschakelingen in de keten te vinden zijn. Als u dus bijvoorbeeld een digitale set-top box op een D-VHS speler aansluit via de IEEE1394 connectoren, dan is het materiaal dat u op de tape opslaat tot het laatste bit identiek aan de signaalstroom die van de satelliet is ontvangen. Eerst bij het afspelen van de data op een scherm worden de noodzakelijke elektronische handelingen uitgevoerd. Bitstream recording, kortom, heeft als groot voordeel dat u geen bitje van het originele materiaal kwijt raakt.



Figuur 5/4.15-16: Het principe van bitstream recording.

Joint Level Interface protocol

Hoewel het niet in de D-VHS standaard verplicht wordt gesteld, beschikken de meeste spelers die op de markt zijn over een JLIP connector. JLIP is een standaard die bij sommige professionele audio- en videokaarten wordt toegepast.

D-VHS en audio

Het zal wel duidelijk zijn dat D-VHS alle moderne surround-sound systemen ondersteunt en wel op een manier die kwalitatief beter is dan DVD. Neem nu bijvoorbeeld Dolby Digital 5.1. Dit systeem kan worden opgenomen en weergege-

4.15 D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

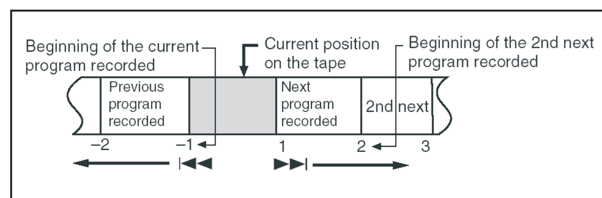
ven met zes kanalen met een resolutie van 20 bit, een samplingrate van 44,1 kHz en een bitrate van 576 kbit/s, het maximaal haalbare van dit systeem.
Na enige copyright strubbelingen met DTS is in de nieuwe uitvoeringen van D-VHS apparatuur DTS audio standaard ingebouwd en wel met de maximale datarate van 1,5 Mbit/s. Er wordt gewerkt met een resolutie van 24 bit en een samplingrate van niet minder dan 96 kHz.
Uiteraard is ook het oeroude tweekanaals PCM geïmplementeerd en wel met een resolutie van 16 bit en een samplingrate van 44,1 kHz.
Zoals reeds geschreven bij de behandeling van het blokschema van een D-VHS recorder heeft het apparaat een optische uitgang, waarmee u de audiogegevens rechtstreeks kunt doorkoppelen naar de optische ingang van uw surround-sound versterker.

Indexering

Het was de ontwerpers van D-VHS duidelijk dat het opslaan van grote hoeveelheden gegevens op een magnetische tape één groot nadeel heeft: het snel terugzoeken van bepaalde gegevens, oftewel indexering. Op dit gebied is een DVD natuurlijk onbetwist in het voordeel. Het leessysteem van een DVD positioneert zich in minder dan één seconde boven de gegevens die u wilt lezen. Zoekt u op een tape naar gegevens die ergens op het laatste deel van de tape zijn opgenomen, dan moet de mechanica in het apparaat de gehele band doorspoelen. Men heeft er heel wat aan gedaan om dit nadeel van D-VHS zo draaglijk mogelijk te maken. Op de eerste plaats is het mechanisch systeem uitgerust met twee speciale motoren, die de band heel snel in de ene en in de andere richting kunnen doorspoelen. De besturingssoftware zorgt ervoor dat het afremmen en weer versnellen van de band zonder mechanische spanningen op de band wordt uitgevoerd. De snelheid van het heen en weer spoelen is afhankelijk van de recording mode waarin het apparaat staat:

- HS Mode: 6 x;
- STD Mode: 12 x;
- LS3 Mode: 36 x;
- LS5 Mode: 60 x.

Met deze getallen wordt aangegeven hoe veel keer sneller de band spoelt dan in de normale play mode gebruikelijk is.
Op de tweede plaats heeft men een ingenieus indexeringssysteem in het systeem opgenomen, zie figuur 5/4.15-17.



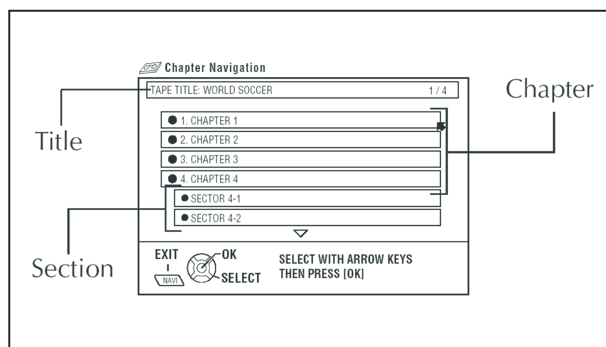
Figuur 5/4.15-17: Via de indexgegevens die op de tape worden geschreven weet het systeem exact de absolute bandpositie van iedere opname.

Iedere opname die u op een D-VHS tape maakt, wordt voorzien van een soort lead-in en lead-out, waarop alle gegevens van dit programma worden opgenomen. Zo worden de absolute bandposities van het begin en het einde van de opname in deze gegevens geschreven. Bovendien stelt de software een soort inhoudstabel samen, te vergelijken met de FAT (File Allocation Table) van een harde schijf. In die inhoudstabel worden niet alleen de namen van de diverse opnames opgenomen, maar ook de absolute numerieke posities van het begin en einde van de opname.

D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

Video Navigation

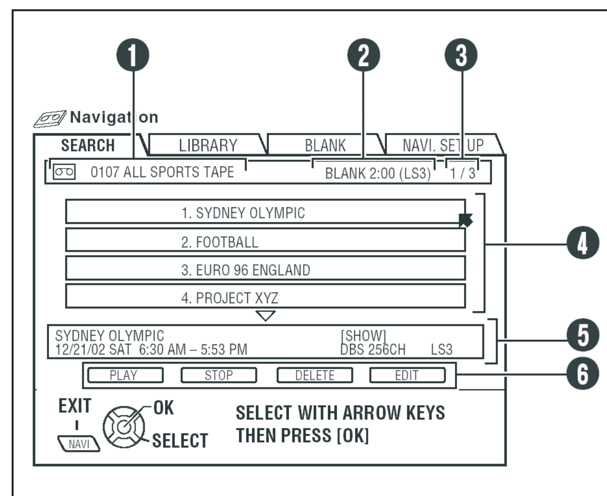
Iedere D-VHS speler is uitgerust met een stukje software dat “Video Navigation” wordt genoemd. Als u een D-Theater band in het apparaat invoert kunt u met één druk op een knop van de afstandsbediening de volledige inhoud van de tape op monitor of TV zichtbaar maken, zie figuur 5/4.15-18. Via dit “Chapter Navigation” venster kunt u een van de hoofdstukken of subhoofdstukken die u wilt bekijken aanklikken. Na een druk op de “OK”-knop van uw afstandsbediening zal de software de tape zo snel mogelijk naar het beginpunt van de gewenste opname spoelen. Het is zonder meer duidelijk dat dit veel trager gaat dan bij DVD, maar in de praktijk valt er goed mee te werken.



Figuur 5/4.15-18: Via dit “Chapter Navigation” venster kunt u de band snel laten spoelen naar een gewenst hoofdstuk of zelfs scène binnen een hoofdstuk.

Indexeren bij eigen opnames

Ook als u eigen opnames maakt op een lege D-VHS tape kunt u via het uitgebreide indexeringssysteem de inhoud van de band opslaan en bepaalde opnames heel snel opzoeken. Dat gaat aan de hand van het venster van figuur 5/4.15-19. U kunt aan de cassette een eigen naam geven (1). Deze kunt u invoeren met de toetsen van uw afstandsbediening. Bovendien kunt u ook iedere afzonderlijke opname benoemen (4). In het venstertje (5) verschijnen de gegevens van de geselecteerde opname. U ziet de titel, de datum en tijd van de opname, de mode waarin de opname werd gemaakt en de categorie van de opname. In (2) wordt aangegeven hoeveel vrije ruimte er nog op de tape is.

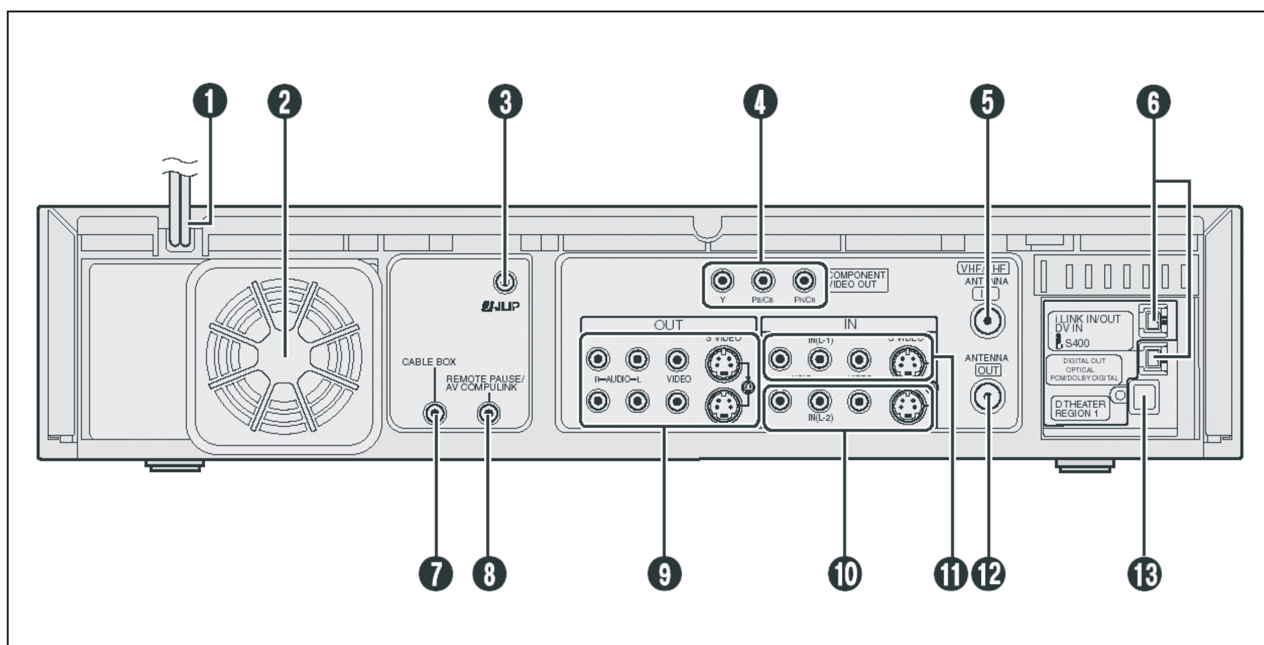


Figuur 5/4.15-19: Via dit venster ziet u onmiddellijk welke opnames u op een bepaalde cassette heeft gemaakt.

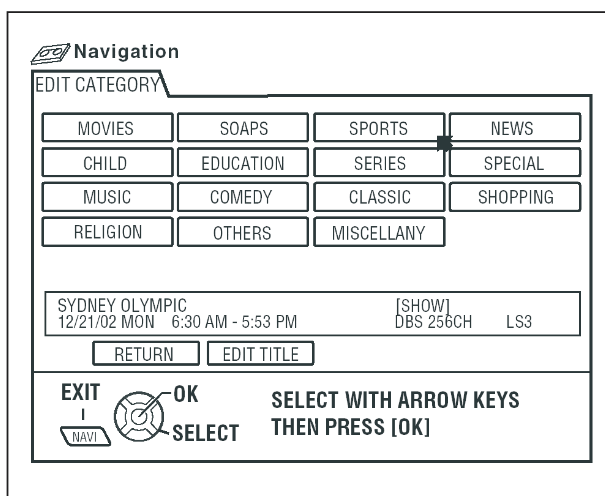
Program Category

De optie om een opname onder te brengen in een categorie is een zeer krachtig hulpmiddel om een kleine opname op een overvolle band terug te zoeken. Via het scherm van figuur 5/4.15-20 kunt u aan iedere opname een categorienaam toekennen. Er zijn 15 categorieën beschikbaar, van film over religie tot diversen. Met een knopdruk kent u aan uw opname een bepaalde categorie toe. Het zal duidelijk zijn dat u nadien uw cassette kunt doorzoeken naar alle opnames die u in dezelfde categorie heeft ondergebracht.

4.15 D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop



Figuur 5/4.15-21: Een overzicht van alle in- en uitgangen die een standaard D-VHS speler te bieden heeft.



Figuur 5/4.15-20: Het toekennen van een categorie aan een van uw opnames.

TBC, Time Base Correction

Een bekend probleem van analoge videoweergave vanaf een magnetische band is "jitter". In de meeste gevallen uit jitter zich in beeldonstabiliteit en in het ergste geval in verticale strepen die doorheen het beeld lopen. Jitter ontstaat door instabiliteiten bij het uitlezen van de tijdbasissignalen van de band. Deze instabiliteit is weer een gevolg van niet constante bandsnelheid of van plaatselijke rek of krimp van de band. Daardoor worden de tijdbasissignalen, die de beeld- en lijnopbouw op het scherm sturen, niet met een constante periode uitgelezen met als gevolg soms grote beeldinstabiliteit.

De elektronica in een D-VHS recorder is uitgerust met een systeem dat "TBC" heet, letterwoord voor "Time Base Correction". Dit systeem zorgt ervoor dat jitter op de tijdbasissignalen zo goed als volledig wordt geëlimineerd. Het Amerikaanse tijdschrift "Home Cinema" heeft een D-VHS recorder op de pijnbank gelegd en onder meer de jitter gemeten. In de HD Mode werd een jitter gemeten van slechts 2 ns, een normale analoge VHS speler had een jitter van 473 ns.

De conclusie is dat het D-VHS systeem jittervrij is, wat een belangrijke factor is in de kwaliteit van het beeld.

D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

BASIC TECHNICAL SPECIFICATIONS OF D-VHS STANDARD (STD) MODE		
Tape	Newly established grade based on S-VHS tape	
Cassette	D-VHS cassette	
Mechanism	Based on conventional VHS mechanism	
Recording Time/Capacity	Standard: 5 hours (31,7 GByte)	DF-300 cassette
	Max: 7 hours (44,4 GByte)	DF-420 cassette
Track Composition	Tape speed	16,67 mm/sec
	Head azimuth	+/- 30 deg
	Track pitch	29 µm
	Drum rotation	1800 rpm (30 Hz)
	Tracking system	CTL track system
	Head drum diameter	62 mm
Recording Specification	Main data input rate	14,1 Mb/s
	Sub data input rate	0,146 Mb/s
	Recording rate	19,14 Mb/s
	Track structure	1 sector
	Length of sync block	112 bytes
	Inner ECC	RS code
	Outer ECC	RS code
	Code word shuffling	6 tracks
	Modulation system	SI-NRZI
Interface	Based on IEEE1394 digital interface	

Figuur 5/4.15-22: Overzicht van de specificaties van D-VHS.

Connectoren

Het zal duidelijk zijn dat een D-VHS speler over een heleboel aansluitingen beschikt. Een aantal daarvan, met name de JLIP, i.Link en optische audio, hebben wij reeds besproken. In figuur 5/4.15-21 ziet u een overzicht van de aansluitingen op de achterzijde van de MV8300/U1B, hét D-VHS paradepaardje van Marantz.

- 3:
  JLIP connector;
- 4:
  High Definition video uitgangen;
- 5:
  antenne ingang;
- 6:
  i.Link connectoren;
- 7/8:
  verbindingen met een kabelontvanger;
- 9:
  analoge audio en video uitgangen;
- 10/11:
  analoge audio en video ingangen;
- 12:
  antenne uitgang;
- 13:
  digitale optische uitgang.

Samenvatting D-VHS specificaties

Tot slot van deze uitvoerige bespreking van het D-VHS systeem geven wij u in de tabel van figuur 5/4.15-22 een overzicht van de belangrijkste specificaties van het

systeem. Het vreemde is dat deze gegevens, overgenomen van de Internetsite van JVC zélf, maximale opnametijden van 5 en 7,5 uur specificeren, terwijl alle andere bronnen toch écht van maximaal 2,5 en 3 uur in HD-kwaliteit spreken.

D-VHS apparatuur

Elvic importeert
Eén Nederlandse firma, namelijk Elvic (www.elvic.nl) heeft zich gespecialiseerd in de import van D-VHS apparatuur en D-Theater tapes. Via deze firma kunt u de originele Amerikaanse apparaten kopen samen met een transformator die de 130 V van het Amerikaanse net aanpast aan de 230 V van het Europese net.

De HM-DH30000 van JVC
Dit was de eerste D-VHS speler die in Amerika op de markt verscheen. Het apparaat, zie figuur 5/4.15-23, is bij Elvic te koop voor € 699,00.
De technische gegevens van dit apparaat zijn:
– voorbereid op digitale set-top box met digital-to-digital connection via i.Link (IEEE 1394);
– HDTV Digital Broadcast Bitstream recording en playback ;
– ingebouwde MPEG2 decoder voor directe verbinding met HDTV;
– kan iedere soort video uitzending opnemen;
– recorder modes D-VHS (HS, STD, LS3), SVHS (SP, EP), SVHS ET (SP, EP), HiFi VHS (SP, EP) en VHS (SP, EP);
– volledig HDTV compatibel;
– DigiPure Technology voor High Resolution analoge opname en weergave;
– 5.1 Dolby Digital uitgang;
– tweekanaals lineaire PCM audio uitgang;
– beeldresoluties van 1080i, 720p, 480p en 480i;
– drie set's AV ingangen;
– drie S-Video ingangen;
– twee AV uitgangen;
– twee S-Video uitgangen;
– een Component Video Output (Y, Pb, Pr);
– een optische digitale uitgang;
– twee I.Link terminals (IEEE 1394);
– een DV ingang voor camcorders;
– front ingangen voor AV, S-Video en i.Link;
– Video Navigation, Tape Number, Record Date en Category sorting;
– D-Theater compatibel met het D-VHS Security System;
– Frame Synchronizer voor analog-to-digital dubbing;
– MTS decoder voor SAP programma's;
– Express Programming;
– plug & play voor tuner en klok set-up;
– programma timer met een jaar capaciteit;
– AV Compu Link;
– gewicht 6,0 kg;
– afmetingen 455 mm x 105 mm x 345 mm.

De HM-DH40000 van JVC
Dit is een D-VHS speler van de tweede generatie, wat inhoudt dat deze speler ook DTS audio ondersteunt. Elvic verkoopt dit apparaat voor € 1.399,00.
Het apparaat, zie figuur 5/4.15-24, heeft een klep die alle bedieningsorganen afschermt als de speler niet wordt gebruikt. Een tweede verschil met de voorganger is dat de bedieningssoftware voor de HM-DH40000 volledig werd hernieuwd en bijvoorbeeld alle vensters in kleur op uw monitor zet.

D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop



Figuur 5/4.15-23: De HM-DH30000 van VC.



Figuur 5/4.15-24: De HM-DH40000 van JVC.

De HS-HD2000U van Mitsubishi

Met dit in figuur 5/4.15-25 voorgesteld apparaat doorbreekt Mitsubishi de prijsbarrière! Dit apparaat wordt door diverse grote Amerikaanse ketens aangeboden voor $ 399,00, omgerekend iets van € 319,00.

Wat verklaart het grote prijsverschil tussen dit apparaat en deze van JVC?

Op de eerste plaats zijn de High Definition signalen alleen beschikbaar via een IEEE1394 interface. U moet dus een plasmascherm aanschaffen dat via dezelfde interface werkt en over een HD decoder beschikt. Op de tweede plaats bevat de HM-HD2000U géén MPEG2 encoder en decoder. Ook dit stuk elektronica moet aanwezig zijn in de weergave apparatuur. U kunt dus stellen dat de HM-HD2000U alleen bruikbaar is om door middel van bitstream recording “ruwe” audio en video data op te slaan en dat de verwerking van deze signalen elders, in de overige apparatuur, moet plaatsvinden.

Op de derde plaats weigert Mitsubishi rechten te betalen voor het gebruik van de D-Theater technologie. Speelfilms met het D-Theater logo zijn dus niet af te spelen op dit apparaat!

Een opmerkelijke eigenschap van dit Mitsubishi apparaat is dat het in staat is een D-VHS band in minder dan 40 seconden volledig terug te spoelen.



Figuur 5/4.15-25: De HS-HD2000U van Mitsubishi.

De HS-HD1100U van Mitsubishi

Een nieuwere versie van Mitsubishi, die qua uiterlijk als twee druppels water lijkt op de HS-HD2000U. Het grote verschil is dat in dit apparaat wél alle in feite on-

misbare functies aanwezig zijn, zoals een geïntegreerde MPEG2 encoder en decoder en normale video uitgangen. Tóch kost dit apparaat in Amerika maar $ 300,00, nóg minder dus dan zijn voorganger. Maar helaas, ook dit apparaat ondersteunt geen D-Theater, wat het voor Europees gebruik in feite waardeloos maakt.

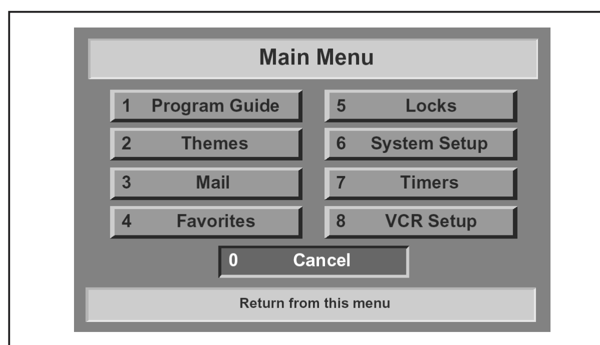
De HM-DSR100 van JVC

Dit apparaat, zie figuur 5/4.15-26, combineert een D-VHS speler met een digitale satellietontvanger. Wat dit laatste aspect betreft is het apparaat helemaal ingericht op het ontvangen van de High Definition uitzendingen van het Amerikaanse DISH Network Broadcasts. Dit netwerk maakt gebruik van de negen satellieten van het EchoStar netwerk, te weten EchoStar I tot en met EchoStar IX. DISH covert een paar honderd programma's, meestal Amerikaanse maar ook Duitse, Franse, Italiaanse en Spaanse. Deze Europese kanalen zenden uiteraard nog niet in High Definition kwaliteit uit.



Figuur 5/4.15-26: De HM-DSR100 van JVC combineert een satellietontvanger met een D-VHS recorder.

Wat bij dit apparaat opvalt is de overzichtelijke bijna Windows-achtige manier waarop u het kunt bedienen. Via overzichtelijke schermen, zie figuur 5/4.15-27, kunt u het apparaat snel programmeren of een optie kiezen.



Figuur 5/4.15-27: De HM-DSR100 beschikt over een zeer duidelijke menustructuur.

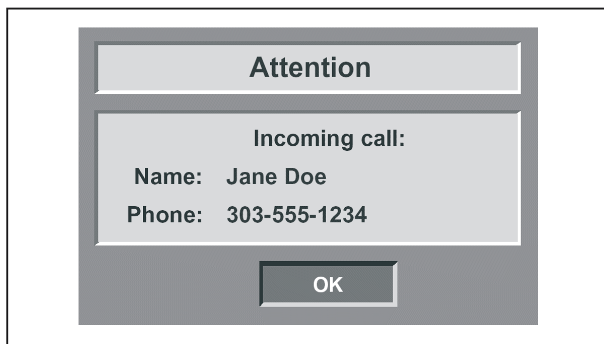
Het DISH netwerk levert een "Program Guide". Ook deze is zeer overzichtelijk in de software geïntegreerd. Via het scherm van figuur 5/4.15-28 krijgt u, uitgezet tegen een tijdsas, een overzicht van alle programma's die door alle kanalen worden uitgezonden.

Tue - 3/23 8:30 pm	dish	Favorite List ALL CHAN	◄142►
Tue 3/23	► 8:30 pm	9:00 pm	9:30 pm
000 AUXIN	Auxiliary Input		
009 KUSA	Local Programming		
142 ESPN2	NBA PreGame Update	NBA Playoffs	
160 MTV	Ren & Stimpy	Are You Afraid?	To Be Announced
172 DISN	Last of the Mohicans		Bounty Tracker
320 MAX-E	The Lives of a Bengal Lancer		Best of Comic Relief

Figuur 5/4.15-28: De "Program Guide" wordt aangeleverd door het DISH netwerk.

D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

U moet de HM-DSR100 aansluiten op een telefoonlijn. Via deze telefoonverbinding kunt u via de software “Pay per View” programma’s bestellen en wordt de afrekening verzorgd.
JVC heeft deze optie aangegrepen om een handigheidje in de software op te nemen. Als u naar een programma kijkt en er komt een telefoontje binnen, verschijnt het schermpje van figuur 5/4.15-29 in beeld. U moet natuurlijk eerst een adresboek in het geheugen laden. Via nummerherkenning ziet het apparaat wie u opbelt. U kunt nu beslissen of u het kijken onderbreekt voor een belangrijk telefoontje of dat u het toestel laat rinkelen.



Figuur 5/4.15-29: Via dit schermpje wordt u gewaarschuwd als er een telefoontje binnenkomt tijdens een spannende film.



Figuur 5/4.15-30: De JVC kloon MV8300 van Marantz.

De MV8300 van Marantz

Dit apparaat, zie figuur 5/4.15-30, lijkt nogal op de HM-DH40000 van JVC. Het is duidelijk dat beide apparaten van dezelfde lopende band komen. Ook de specificaties zijn in grote lijnen identiek, alleen ondersteunt de Marantz helaas geen DTS audio. In Amerika wordt het apparaat voor ongeveer $ 1,000,00 verkocht.

De VR20D van Philips

Philips heeft met de VR20D een fraai apparaat op de markt gezet, zie figuur 5/4.15-31. Alle bedieningsorganen zitten achter het scharnierbare front, zie figuur 5/4.15-32.
Dit apparaat heeft alle functies die ook de JVS’s hebben, maar een aantal extra’s die wel zo handig zijn voor de Europese markt. Op de eerste plaats twee SCART-connectoren, die u tevergeefs zult zoeken op alle besproken Amerikaanse producten. Natuurlijk ondersteunt deze recorder, naast NTSC, ook het Europese PAL kleurenformaat, zodat u uw oude Europese VHS tapes zonder problemen kunt weergeven. Vreemd is dat het apparaat geen antenne uitgang heeft voor doorkoppeling naar uw TV. Het signaal van de ontvangen zender wordt gedecodeerd naar R, G, B, L en R signalen en op de SCART gezet.
De afstandsbediening is uitgerust met een backlit verlichting, zodat u ook in de duisternis van uw privé bioscoop er goed mee uit de voeten kunt.



Figuur 5/4.15-31: De VR20D van Philips.

4.15 D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop



Figuur 5/4.15-32: Het uitklapbare bedieningspaneel.

D-Theater

Inleiding
Misschien vraagt u zich af wat het verschil is tussen een gewone D-VHS cassette en een cassette die voorzien is van het D-Theater logo van figuur 5/4.15-2. Welnu, op de eerste plaats staat er op een D-Theater cassette natuurlijk een speelfilm met een uitgebreide indexering. Maar daarnaast is een ingenieus anti-kopieersysteem ingebouwd, een systeem dat volgens de leveranciers absoluut onkraakbaar is. Het systeem, dat “D-VHS Security System” wordt genoemd, verhindert dat u een kopie van een D-Theater tape maakt op een D-VHS cassette.

Aanbod
Het D-Theater titelaanbod groeit gestaag (zie bijvoorbeeld www.dvhsmovie.com) met inmiddels honderden toptitels. De films zijn allemaal in 1080i, 16x9 anamorphic enhanced, Dolby Digital 5.1 uitgebracht. Per december 2003 zijn daar titels met DTS audio aan toegevoegd.
We merken nog maar eens op dat u tevergeefs naar Nederlands ondertitelde speelfilms zult zoeken.
Er zijn twee uitgaven van de welbekende test-, instel- en kalibreersoftware “Video Essentials”, getiteld “Digital Video Essentials” op de markt gebracht. Er is een uitgave in 720 beeldlijn resolutie (16:9 anamorphic enhanced) welke progressive is opgenomen. De andere uitgave is 1080i (16:9 anamorphic enhanced) welke 1.080 beeldlijnen bevat en interlaced is opgenomen.
In Nederland heeft het reeds eerder vermelde bedrijf Elvic een groot aantal films in haar assortiment opgenomen. De prijs is wél pittig: u betaalt ongeveer € 60,00 per film, veel meer dan bij de Amerikaanse Internet aanbieders. In figuur 5/4.15-33 ziet u een paar pagina’s van deze site tot één plaatje gecombineerd.

Kwaliteit
De kwaliteit van de D-Theater films is overweldigend. Een recensent schreef: “*Het Dolby Digital signaal op deze cassettes heeft meer bandbreedte dan op DVD en klinkt inderdaad voller.*

D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

American Pie 2
Jason Biggs, Shannon Elizabeht
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Backdraft
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Behind Enemy Lines
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Being John Malkovich
John Malkovich
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Fast and the Furious, the
Vin Diesel, Paul Walker
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Fightclub
Brad Pitt, Edward Norton
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

First Blood
Sylvester Stallone
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Forces of Nature
Sandra Bullock, Ben Affleck
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

From Hell
Johnny Depp
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Brotherhood of the Wolf
Verwacht november 2003
Samuel Le Bihan, Vincent Cassel, Bernard Fresson
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Butch Cassidy and the Sundance Kid
Paul Newman, Robert Redford
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Cast Away
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Contender, the
Gary Oldman, Joan Allen, Jeff Bridges
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Galaxy Quest
Tim Allen, Sigourney Weaver, Allan Rickman
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Ghost Dog - The way of the Samurai
Forest Withaker, John Tormey
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Gosford Park
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Haunting, the
Liam Neeson, Catherine Zeta-Jones
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

High Crimes
Ashley Judd, Morgan Freeman
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Don't say a Word
Michael Douglas, Sean Bean
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Dr. T. and the Women
Richard Gere, Helen Hunt, Farrah Fawcett,
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Emperor's Club, the
Verwacht november 2003
Kevin Kline, Steven Culp, Embeth Davidtz Hirsch, Rob Morrow & Harris Yulin
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

End of Days
Arnold Schwarzenegger
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

K-Pax
Kevin Spacey, Jeff Bridges
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Kiss of the Dragon
Jet Li en Bridget Fonda
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

League of Extraordinary Gentlemen
Sean Connery, Peta Wilson
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
DTS
Klik hier

Master and Commander
Russel Crowe, Paul Bettany
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
DTS 5.1
Klik hier

Men of Honor
Robert De Niro, Cuba Gooding Jr.
High Definition 1080i
D-Theater D-VHS cassette
Enhanced for 16x9
Dolby Digital 5.1
Klik hier

Figuur 5/4.15-33: Een deel van het D-Theater aanbod van Elvic.

4.15 D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop

Wij hebben hier als eerste U-571 gekeken en beluisterd en we hebben de film op DVD nooit zo beleeft als nu op D-Theater. De scherpte is overweldigend en het ontbreken van digitale artefacten door te lage MPEG encoding waarden, een bekend probleem bij DVD, maakt de beelden net zo echt als in de bioscoop. De filmkorrel (grain) kun je zelfs in bepaalde shots waarnemen. Heel duidelijk is dit bij het openingsshot van de film (extreme close-up van een oog) en bij het begin van de aftiteling."

Nadelen

Natuurlijk heeft D-Theater ook een paar nadelen. Wij zijn inmiddels verwend met de vele mogelijkheden van DVD's en moeten, qua gebruiksgemak, een stapje terug doen. Op D-Theater tapes vindt u geen extra's, geen ondertiteling, geen meerdere audiosporen (althans nog niet) en uiteraard moet de band aan het eind weer teruggespoeld worden. Maar, nogmaals, dit heeft niets met de video en audio kwaliteit van de banden te maken.

High Definition weergeven

Inleiding

Het is reeds geschreven in de inleiding, maar we herhalen het hier toch nog maar om alle misverstanden te voorkomen. Het heeft géén zin D-Theater cassettes en een D-VHS speler aan te schaffen als u niet beschikt over weergave apparatuur die in staat is de hoge resolutie van High Definition Digital Video weer te geven. Weergeven van het uitgangssignaal op een normale TV of beeldscherm brengt weinig verbetering. U heeft apparatuur nodig dat in staat is minstens 1080i weer te geven. Beeldschermen (plasma) en videoprojectoren die dat aankunnen bestaan, maar zijn nog peperduur. Tot slot van dit hoofdstuk bespreken wij twee absolute "high end" apparaten, die de kwaliteit van het D-VHS systeem aankunnen.

De PDP-615EX van Pioneer

Dit 61 inch plasmascherm, zie figuur 5/4.15-34, kost weliswaar € 16.000,00, maar voor dit geld krijgt u een bakbeest met een gewicht van 69 kg en een energieverbruik van meer dan 500 W in huis. De specificaties liegen er niet om:

- technologie: 61 inch plasma monitor zonder tuner;
- beelddiagonaal: 155 cm;
- formaat: 16:9;
- schermresolutie: 1.365 x 768 pixels;
- helderheid: 1000 cd/m²;
- contrast: 1.000:1;
- kijkhoek: groter dan 160 graden;
- compatibel met VGA, SVGA, XGA, SXGA, UXGA/W, XGA/W, SXGA/W en UXGA;
- drie SCART aansluitingen;
- HDMI aansluiting;
- analoge videocamera aansluiting;
- video signalen: PAL, SECAM, NTSC3.58, NTSC4.43 en PAL60;
- analoge beeldformaten: 480i/p, 1035i, 1080i, 720p;
- digitale beeldformaten: 480i/p, 1080i, 720p, 576i/p;
- audio uitgangen: 2 x 9 W;
- 1 x composite video in (BNC);
- 1 x composite video in (RCA pin);
- 3 x S-video In;
- 1 x HD Component in (RCA pin x3);
- 1 x RGB In (D-sub15);
- 1 x RGB, HD, VD/Y'Pb'Pr' In (BNC x5);
- 1 x HDMI In;

D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop



Figuur 5/4.15-34: De High Definition plasmamonitor PDP-615EX van Pioneer.

– 3 x audio L-R In (RCA pin x2);
– 1 x RS-232C, D-sub9;
– afmetingen: 1502 mm x 912 mm x 126 mm;
– gewicht: 68 kg;
– verbruik: 540 W.

De QUALIA-004 videoprojector van Sony

Deze videoprojector is dé High Definition projector van Sony. Het apparaat, dat naar verwachting rond het tweede kwartaal van 2005 leverbaar zal zijn voor ongeveer $ 20.000,00, is een 1 op 1 HDTV projector met een compatibiliteit tot 1080p/i en een native resolutie van 1.920 x 1.080 pixels (16:9).

Hart van het apparaat is een nieuw ontwikkeld SXRD paneel. Deze kreet staat voor “Silicon Crystal Reflective Display” en is een verdere ontwikkeling van de bekende DLP panelen. Dit paneel, zie figuur 5/4.15-36, heeft een eigen resolutie van niet minder dan 4.096 x 2.160, vier keer hoger dan de resolutie van High Definition. In de projector worden drie van deze panelen gebruikt voor de basiskleuren rood, groen en blauw. De drie panelen projecteren samen niet minder dan 26.550.000 pixels via een kwalitatief hoogwaardig Carl Zeiss optiek. Speciaal voor deze SXRD projector is er een speciale Xenon lamp ontwikkeld.

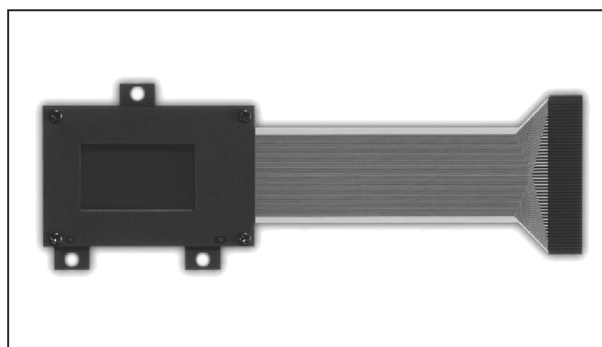
4.15 D-VHS, High Definition Digital Video op uw huisbioscoop



Figuur 5/4.15-35: De “high end” SXRD High Definition projector van Sony.

Door het gebruik van de Xenon technologie kan een zeer nauwkeurige en natuurlijke kleurechtheid worden geprojecteerd.
De specificaties van de QUALIA-004 in het kort samengevat:

– resolutie 1.920 x 1.080 SXRD paneel (2.073.600 pixels);
– Carl Zeiss lens in drie smaken: wide, middle of telezoom;
– Xenon Lamp van 700 W;
– HDMI ingang;
– DVI-D ingang;
– Component Video ingang;
– RGB-HV ingang;
– S-Video ingang;
– Category 5e Ethernet ingang (RJ-45);
– USB Type B ingang.



Figuur 5/4.15-36: Een van de drie SXRD panelen die voor de hoge resolutie zorgen.

5/14

Domotica

Inhoud

5/14.3.2

Het KlikAanKlikUit systeem van Pan-Trade

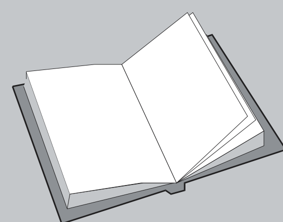
Inleiding

Draadloos systeem
Door Pan-Trade International uit Hong Kong wordt wereldwijd een goedkoop domotica systeem op de markt gebracht dat weliswaar niet alles kan wat bijvoorbeeld het in hoofdstuk 5/14.3.1 besproken systeem van Dobiss wél kan, maar dat toch ruime mogelijkheden biedt om een gemiddeld huis te automatiseren. Officieel heet het systeem "KlikOnKlikOff", maar in Nederland wordt het door de Nederlandse importeur Pan-Trade International BV (ook bekend als Klik-Klik BV) uit Zevenbergen op de markt gebracht onder de naam "KlikAanKlikUit". Naast de zeer lage prijs van de aangeboden apparatuur is een tweede voordeel de draadloze werking van het systeem. U hoeft dus géén uitgebreide bedrading in huis aan te leggen. Bovendien kunt u beginnen met een kleine startset en het systeem uitbreiden.

Systeemsamenstelling
Het systeem bestaat uit vijf zenders, zes ontvangers en vier deurbellen:

- YCT-100
  16-kanaals afstandsbediening
- TMT-2100
  afstandsbediening met ingebouwde tijdschakelklok
- KCT-101
  sleutelhanger afstandsbediening
- WST-8700
  draadloze wandschakelaar
- PIR-2000
  draadloze bewegingsmelder
- YC-412
  dimmer contactdoos, maximaal 400 W
- YC-1000
  aan/uit contactdoos, maximaal 1000 W
- YC-3500
  aan/uit contactdoos, maximaal 3.500 W
- CM-300
  inbouw dimmer, maximaal 300 W
- CM-1000
  inbouw aan/uit schakelaar, maximaal 1000 W

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/14.2.1



- SUN-500
  gordijn/zonwering ontvanger
- ML-8300R
  gong/contactdoos + drukknopzender
- CDB-6500A
  gong + drukknopzender
- CDB-6500B
  gong + inbouwzender
- CDB-6500C
  uitbreiding gong

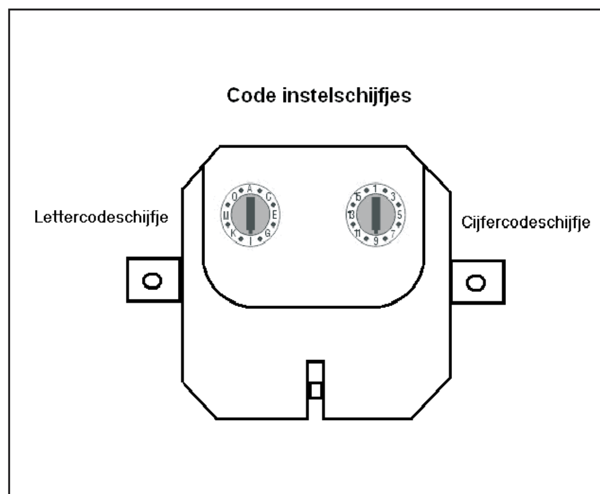
Alle apparaten en modulen die werken volgens dit systeem zijn voorzien van het logo dat in figuur 5/14.3.2-1 is voorgesteld.



Figuur 5/14.3.2-1: Het logo op alle apparaten die volgens het KlikAanKlikUit-systeem werken.

Werkingsprincipe

Het systeem maakt gebruik van een gemoduleerd HF-signaal met een frequentie van 433,92 MHz. Helaas geeft de fabrikant geen enkele informatie over de techniek achter het systeem. Het lijkt echter heel aannemelijk dat deze draaggolf met pulsen wordt gemoduleerd die volgens de X-10 standaard zijn samengesteld. Ook het KlikAanKlikUit-systeem werkt met 16 kanalen (die nu zendfrequenties wordt genoemd) en 16 codes (die nu kanalen worden genoemd), zodat in principe 256 zendsignalen ter beschikking staan. Hoewel het verwarrend is om over “zendfrequenties” te praten (die frequentie is immers vast ingesteld op 433,92 MHz) zullen wij in dit hoofdstuk ons aan de begrippen van KlikAanKlikUit houden: zendfrequentie en kanaal. We herkennen op de apparaatjes van Pan-Trade de van X-10 systemen bekende twee duimwielschakelaartjes, waarmee frequentie en kanaal worden ingesteld, zie figuur 5/14.3.2-2.



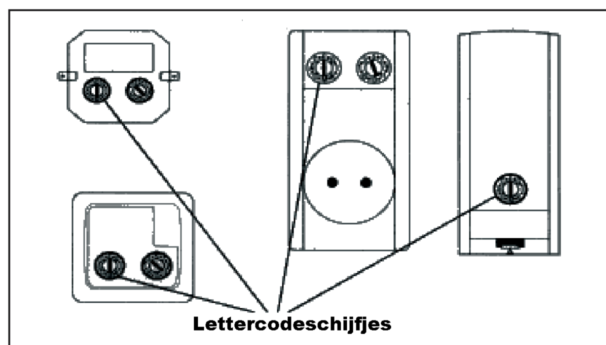
Figuur 5/14.3.2-2: De twee codeschakelaars voor het instellen van de frequentie en het kanaal.

Het hoogfrequent signaal heeft een vrij hoog doordringend vermogen. Volgens de gegevens van de fabrikant bedraagt de reikwijdte in de open lucht ongeveer 75 meter en binnenshuis 30 meter. Deze laatste waarde wordt uiteraard in grote mate beïnvloed door de constructie van het pand. Steen, beton en glas vormen geen problemen, maar grote metalen oppervlakken zoals oude zinken daken schermen het signaal uiteraard volledig af.

Instellen van de zendfrequentie

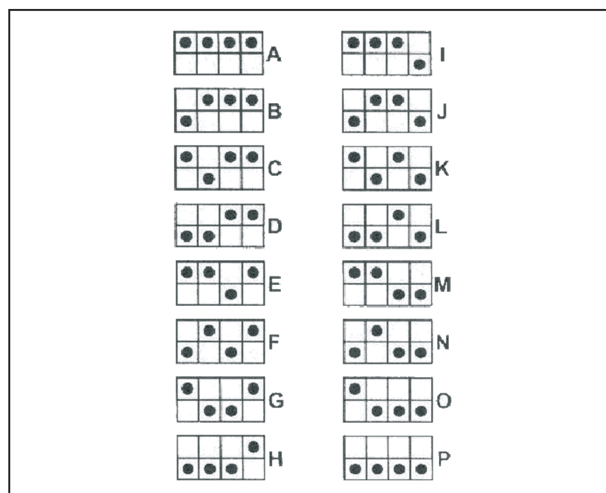
Alle apparaten die in één systeem worden toegepast, moeten op dezelfde frequentie worden ingesteld. Op de sleutelhanger zender na beschikken alle apparaten dan ook over een lettercodeschijf, instelbaar op A tot en met P. De schakelaars kunnen met een muntje of met een

schroevendraaier met een breed blad worden verdraaid. De plaats van de lettercodeschijf op de diverse modulen is voorgesteld in figuur 5/14.3.2-3.



Figuur 5/14.3.2-3: De plaats van de lettercodeschijf op de apparaten van het KlikAanKlikUit-systeem.

De sleutelhanger zender is zo klein dat er geen plaats is voor het integreren van zo'n lettercodeschijf. Op het printje zijn in de plaats hiervan vier jumpers aanwezig, bereikbaar na het verwijderen van de onderzijde. In figuur 5/14.3.2-4 wordt voorgesteld hoe u met deze vier jumpers de lettercode kunt instellen.



Figuur 5/14.3.2-4: Het instellen van de lettercode bij de sleutelhanger zender.

Belangrijke opmerking
De draadloze werking van het systeem heeft natuurlijk een groot nadeel. Stel dat uw buren op een bepaald moment ook overgaan op het gebruik van een KlikAanKlikUit-systeem. Als zij dezelfde frequentie gebruiken ontstaan er problemen. Ook kunt u onbewust "inbreken" in een bestaand systeem bij uw buren door toevallig dezelfde frequentie te kiezen.

Instellen van het kanaal
De kanalen vertegenwoordigen de zestien commando's die u kunt versturen met de zenders en die door de ontvangers worden herkend. U kunt dus met een KlikAanKlikUit-systeem maximaal zestien apparaten besturen, tenzij u natuurlijk diverse zenders en ontvangers op verschillende frequenties instelt. Maar alleen zenders en ontvangers die op dezelfde frequentie staan ingesteld kunnen met elkaar communiceren. Het kanaal van een ontvanger of een zender wordt ingesteld met het cijfercodeschijfje. Als u diverse verbruikers met één kanaal wilt in- en uitschakelen, dan geeft u deze gebruikers uiteraard hetzelfde kanaalnummer. De afstandsbedieningen YCT-100 en TMT-2100 hebben geen kanaalinstelling, omdat u met deze apparaatjes alle zestien beschikbare kanalen kunt bedienen.

De apparaten

De zender YCT-100
Deze in de hand te houden draadloze zender, zie figuur 5/14.3.2-5, biedt de mogelijkheid alle zestien verschillende kanalen van een systeem te bedienen. Om het apparaat zo goedkoop mogelijk

te maken zijn er wat concessies gedaan aan de gebruikersvriendelijkheid. Het apparaat heeft slechts vier AAN- en vier UIT-drukknoppen. Met de schuifschakelaar onder deze knoppen stelt u de kanalen in die via de drukknoppen te bedienen zijn:

– positie I:
  kanalen 1, 2, 3 en 4
– positie II:
  kanalen 5, 6, 7 en 8
– positie III:
  kanalen 9, 10, 11 en 12
– positie IV:
  kanalen 13, 14, 15 en 16



Figuur 5/14.3.2-5: De zender YCT-100.

De linker toetsen schakelen de ontvangers in, de rechter toetsen schakelen de ontvangers uit. Met deze twee toetsen kunt u ook de dimmers besturen. Na een eerste druk op de linker toets schakelt een dimmer in. Het lichtniveau wordt nu automatisch opgevoerd. Als de gewenste intensiteit is bereikt drukt u opnieuw op deze toets. Het niveau wordt nu in het geheugen van de ontvanger opgeslagen en de lamp zal op dit niveau blijven branden. Met een druk op de rechter toets schakelt u een dimmermodule weer uit.

De technische specificaties van de YCT-100:

– zestien kanalen;
– draadloos schakelen en dimmen;
– standaard aan- en uitschakelen;
– dimmen en aan- en uitschakelen;
– controle LED.

De zender TMT-2100

De zender TMT-2100, zie figuur 5/14.3.2-6, is het grotere broertje van de YCT-100. De bovenste acht drukknoppen en de schuifschakelaar, die nu helemaal naar onder is verbannen, hebben dezelfde functies als bij de YCT-100. Als eerste extra functie kunt u met deze zender alle ontvangers als dag of week schakelklok programmeren. Daarnaast kunt u via de GROUP-schakelaar met één druk op de spreekwoordelijke knop meerdere of alle ontvangers AAN of UIT schakelen.



Figuur 5/14.3.2-6: De TMT-2100 is een uitgebreide draagbare zender/programmator.

Na het inzetten van de batterij zal het LCD-display de tijd en datum aangeven. Deze gegevens kunt u actualiseren via de drukknop “CLOCK” en de toetsen “pijl-

14.3 Domotica systemen

tje op” en “pijltje neer”. Via de GROUP-knop kunt u diverse kanalen onder één commando opnemen. De programmering gaat spelenderwijs. U drukt eerst op “GROUP” en nadien op “ENTER”. In het display verschijnen nu alle kanaalnummers. Met de toetsen “pijltje op” en “pijltje neer” kiest u het eerste kanaal dat in de groep moet worden opgenomen. Deze selectie wordt in het geheugen opgenomen na een druk op “ENTER”. Selecteer met de toetsen “pijltje op” en “pijltje neer” het volgende kanaal en bevestig met “ENTER”. Als alle kanalen die in de groep thuis horen zijn geselecteerd kunt u met een druk op “GROUP” de programmering beëindigen. Vanaf dat moment zullen alle geprogrammeerde kanalen reageren na een druk op de toets “GROUP”.

Met de toets “TIMER” kunt u alle kanalen dagelijks of wekelijks programmeren. Ook hier werkt u met de toetsen “ENTER” en “pijltje op” en “pijltje neer” om respectievelijk de inschakeltijd, het kanaalnummer, de dag of week en de uitschakeltijd te programmeren. De volledige programmering wordt op een logische manier begeleidt op het display. Op deze manier kunt u bijvoorbeeld een kanaal automatisch laten inschakelen op zaterdag 18h00 en uitschakelen op maandag 07h00. De automatische tijdprogrammering is altijd ondergeschikt aan de manuele in- of uitschakeling van een kanaal via de schuifschakelaar en de druktoetsen.

De specificaties van de TMT-2100 zijn:
- tijdschakelklok;
- dag- en weektijd schakelklok;
- zestien kanalen;
- schakelen en dimmen;
- alle 16 kanalen onafhankelijk instelbaar;
- standaard aan- en uitschakelen;
- dimmen en aan- en uitschakelen;
- combi-toets om alles met één toets bedienen;
- groot LCD-display;
- 24-uurs klok.

De zender KCT-101

De KCT-101, zie figuur 5/14.3.2-7, is de sleutelhanger afstandsbediening van het KlikAanKlikUit-systeem. Het kleine apparaatje heeft slechts twee toetsen, waarmee vier voorgeprogrammeerde kanalen gezamenlijk zijn te bedienen. De programmering is vast ingesteld op de kanalen 1, 2, 15 en 16 en kan niet worden gewijzigd. Met de linker knop “I” schakelt u de ontvangers die op deze kanalen zijn ingesteld in, met de rechter knop “O” schakelt u deze kanalen uit. Eventuele dimmers die op deze kanalen zijn ingesteld, kunnen alleen AAN of UIT worden geschakeld.



Figuur 5/14.3.2-7: De sleutelhanger zender KCT-101.

De specificaties van deze zender zijn:
- standaard aan- en uitschakelen;
- vier voorgeprogrammeerde kanalen;
- controle LED.

14.3 Domotica systemen

De inbouwzender WST-8700
Deze zender, voorgesteld in figuur 5/14.3.2-8, kan in een standaard installatiedoos worden gemonteerd en bestuurt maar één kanaal. De module is voorzien van een wipschakelaar met een neutrale middenstand en twee actieve standen. Drukt u op de bovenzijde van de schakelaar, dan wordt het ingestelde kanaal ingeschakeld. Drukt u op de onderzijde, dan wordt het kanaal uitgeschakeld. U kunt ook dimmen door na het inschakelen van het kanaal nogmaals op de bovenzijde van de schakelaar te drukken. Zodra de gewenste lichtsterkte is bereikt drukt u voor de derde keer op de bovenzijde. De intensiteit wordt in het geheugen van de dimmermodule opgeslagen.



Figuur 5/14.3.2-8: De inbouwzender WST-8700.

De specificaties van de WST-8700:
– één instelbaar kanaal;
– standaard aan- en uitschakelen;
– dimmen en aan- en uitschakelen.

De zender PIR-2000
Met de zender PID-2000 wordt uw KlikAanKlikUit-systeem uitgebreid met een veelzijdig stukje elektronica. De PIR-2000 is een bewegingsmelder die werkt volgens het infrarood principe. De zender, zie figuur 5/14.3.2-9, detecteert iedere wijziging in het patroon van infrarood straling dat in een ruimte wordt uitgestraald. Loopt een persoon door de gevoelige zône van de detector, dan zal het stralingspatroon iets veranderen. Deze kleine wijziging wordt opgepikt door de detector en gebruikt om één kanaal van het systeem te activeren. Met deze zender kunt u dus verlichting automatisch in- en uitschakelen. En dit, uiteraard, alweer zonder dat er één centimeter extra bedrading noodzakelijk is. U kunt legio toepassingen verzinnen. Automatische verlichting in de WC, gecombineerd met een ventilator, automatische inschakeling van de verlichting in een trappenhuis of in de kelder, deurbellen die automatisch overgaan (winkels), enzovoort.
Daarnaast reageert de PIR-2000 echter ook op het omgevingslicht. Via een potentiometer AUTOMATIC kunt u de zender laten reageren op de hoeveelheid licht die op de detector invalt. U kunt deze zender dus ook gebruiken voor het automatisch inschakelen van lampen als de schemering invalt.
De PIR-2000 is weerbestendig en kan ook worden toegepast in buiteninstallaties. De detector is draaibaar opgehangen in een bevestigingsjuk, zodat u de detector over een hoek van 195 graden in stappen van 15 graden kunt verdraaien. Het maximale detectorbereik bedraagt ongeveer tien meter. De schakeling werkt op batterijen, een netaansluiting is dus niet noodzakelijk.
De PIR-2000 mag niet geplaatst worden op of nabij een groot metalen voorwerp, zoals een metalen hek of op een voorwerp dat kan bewegen.

14.3 Domotica systemen



Figuur 5/14.3.2-9: De PIR-2000 infrarood zender.

Verder moet u er ook voor zorgen dat direct licht niet op de PIR-sensor kan schijnen of dat de detector warmtebronnen zoals ventilatoren en uitlaten kan waarnemen. Grote reflecterende oppervlakken, zoals een witte tuinmuur of het oppervlak van een zwembad, kunnen de goede werking van de detector schaden.
De ideale montagehoogte bedraagt 2,5 meter, hierbij wordt het best gebruik gemaakt van de gevoeligheid van de detector. Vanwege de aard van het werkingsprincipe is de detector veel gevoeliger voor bewegingen door het detectiegebied dan voor bewegingen die direct naar de detector toe zijn gericht.
De openingshoek van de detector kunt u op maat maken door gebruik te maken van de meegeleverde afschermingspaneeltjes, die in gleuven voor de detector passen. Zonder deze paneeltjes heeft de PIR-2000 een openingshoek van 110 graden, mét deze paneeltjes kunt u de detector een smal gebied laten controleren.
De PIR-2000 werkt op batterijen en kan dus overal worden gemonteerd. Open het batterijvak, stel de letter- en cijfercodes in, plaats de batterijen, sluit het vak en klik de detector in het montagejuk. Dat is alles, uw KlikAanKlikUit-systeem is nu uitgebreid met een zeer gevoelige zender die iedere beweging onmiddellijk detecteert. Als u de PIR-2000 toepast voor het besturen van een draadloze bel is het niet noodzakelijk de cijfercode in te stellen. De draadloze bellen van het systeem reageren namelijk op alle kanalen van een zendfrequentie. U moet dan natuurlijk wel de lettercodeschijf van de PIR-2000 en de draadloze bel op dezelfde letter instellen.
Op de onderkant van de behuizing staat een aantal schakelaars waarmee u de werking van de PIR-2000 instelt.
Met de drie-standen schuifschakelaar stelt u het detectie-principe in:

- OFF:
  de detector is uitgeschakeld;
- ML:
  de detector activeert alleen deurbellen;
- YC:
  de detector activeert géén deurbel(len), maar alleen ontvangers die op dezelfde cijfercode zijn ingesteld.

Met de AUTOMATIC potentiometer kunt u het systeem instellen op automatisch inschakelen als het donker wordt.
Met de TIME potentiometer kunt u de alarmtijd instellen die ingaat nadat de PIR-2000 een beweging heeft gedetecteerd. De tijd is in te stellen tussen 4 seconden en vijf minuten.
De technische gegevens van de PIR-2000:

- zendbereik maximaal 25 m;
- detectiebereik beweging maximaal 10 m;
- detectiehoek beweging: maximaal 110 graden;
- alarmtijd: 4 seconden tot 5 minuten;

– levensduur batterijen: 12 maanden minimaal;
– schakelt bij detectie één of meerdere ontvangers automatisch in;
– schakelt bij detectie gongsignaal van KlikAanKlikUit deurbel(len).

De dimmer/ontvanger YC-412
De YC-412 is, zie figuur 5/14.3.2-10, is een dimmermodule die in een normale wandcontactdoos wordt geplugd en maximaal 400 W kan schakelen. Nadat de twee codewieltjes zijn ingesteld kunt u de module inpluggen. De ingebouwde LED licht rood op. Als de ontvanger door een zender wordt geactiveerd zal de LED groen oplichten. De YC-412 kan niet alleen normale 230 V gloeilampen dimmen, maar kan ook de primaire wikkeling van een 12 V halogeentrafo schakelen. Ook de moderne zogenoemde “elektronische 12 V transformatoren” kunt u zonder problemen op deze module aansluiten. Als u de YC-412 gebruikt met normale gloeilampen moet de minimale belasting 40 W bedragen. Bij een kleinere belasting bestaat de kans dat de dimmer gaat “flikkeren”.



Figuur 5/14.3.2-10: De dimmer/ontvanger YC-412.

De technische gegevens van de YC-412 zijn:
– 400 W dimmer voor gloeilampen en halogeen;
– ook geschikt voor 12 V halogeen;
– netspanning 220 V min., 240 V max.;
– kinderbeveiliging ingebouwd;
– tweekleuren controle-LED.

De ontvanger YC-1000
Ook deze ontvanger, zie figuur 5/14.3.2-11, in een module die in een normale wandcontactdoos wordt geplugd.



Figuur 5/14.3.2-11: De AAN/UIT-modulen YC-1000 en YC-3500.

Het verschil met de YC-412 is dat deze ontvanger géén dimmerfunctie heeft en dus alleen een verbuiker aan- of uitschakelt. Deze verbruiker mag de module met maximaal 1.000 W belasten. Ook deze module is voorzien van een tweekleuren-LED en kinderbeveiliging.
De technische gegevens van de YC-1000:
– 1000 W aan/uit;
– netspanning 220 V min., 240 V max.;
– kinderbeveiliging ingebouwd;
– tweekleuren controle-LED.

De ontvanger YC-3500
Deze module is volledig vergelijkbaar met de YC-1000. Het enige verschil is dat u met deze module 3.500 W kunt schakelen.

De dimmer/ontvanger CM-300
De ontvanger CM-300, zie figuur 5/14.3.2-12, is een 300 W inbouwdimmer.



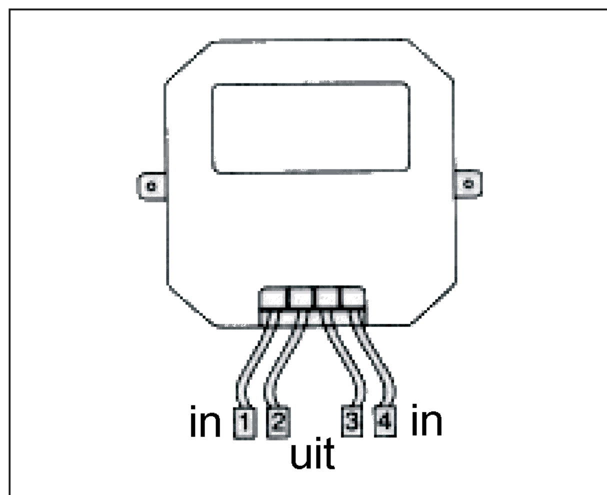
Figuur 5/14.3.2-12: De inbouwdimmer CM-300.



Figuur 5/14.3.2-13: De CM-modellen kunnen in standaard inbouwdozen worden gemonteerd.

Dat betekent dat u deze module in een standaard installatiedoos kunt monteren, zie figuur 5/14.3.2-13.
De CM-300 heeft vier aansluitingen, zie figuur 5/14.3.2-14, met de volgende kleurencode:
- aansluiting 1: bruin;
- aansluiting 2: zwart;
- aansluiting 3: blauw;
- aansluiting 4: blauw.

De bruine en blauwe draden van uw bedrading sluit u aan op de pennen 1 en 4. De belasting sluit u aan op de pennen 2 en 3. De twee blauwe contacten 3 en 4 zijn intern doorverbonden.
De CM-300 is geschikt voor het aansturen van de inductieve belasting van een normale transformator en voor het aansturen van de moderne “elektronische transformatoren” die bij veel 12 V halagoonverlichtingssets worden geleverd.



Figuur 5/14.3.2-14: De aansluitgegevens van de inbouwdimmer CM-300.

De technische gegevens van de CM-300 zijn:
- 300 W dimmer voor gloeilampen en halogeen;
- ook geschikt voor 12 V halogeen;
- netspanning 220 V min., 240 V max..

De ontvanger CM-1000

De CM-1000 ziet er qua uiterlijk net zo uit als de CM-300. Het is echter een inbouwontvanger die belastingen alleen in- en uitschakelt en wel met een maximaal vermogen van 1.000 W.
De technische gegevens zijn:
– 1 kW aan/uit;
– ook geschikt voor 12 V halogeen transformatoren;
– netspanning 220 V min., 240 V max..

De gordijn/zonwering ontvanger SUN-500

De module SUN-500, zie figuur 5/14.3.2-15, is speciaal ontwikkeld om motoren van jaloezieën, rolluiken, markiezen en (garage)deuren op afstand te bedienen met één van de KlikAanKlikUit afstandsbedieningen.



Figuur 5/14.3.2-15: De speciale module voor het bedienen van motoren.

De ontvanger SUN-500 is geschikt voor inbouw in een standaard installatiedoos maar kan ook in ander behuizingen van bijvoorbeeld een garagemotor ingebouwd worden. De ontvanger werkt op de 230 V netspanning. Deze netspanning is altijd nodig om de ontvanger te kunnen laten functioneren. Het schakelcontact voor de motoren is echter niet verbonden met de netspanning. Het is daarom mogelijk om laagspanningsmotoren van bijvoorbeeld 12 V of 24 V te schakelen.
Twee minuten na het bedienen van de ontvanger met een KlikAanKlikUit afstandsbediening schakelt het contact altijd vanzelf uit. Door de automatische uitschakeling na twee minuten is het ook mogelijk om de ontvanger als tijdschakelaar (bijvoorbeeld trappenhuislicht, toiletventilator en dergelijke) te gebruiken.
Het schakelcontact voor de motoren kan maximaal 1.000 W schakelen bij 230 V netspanning. Indien laagspannings motoren worden geschakeld kan maximaal 4 A worden geschakeld bij maximaal 48 V. Er mag maximaal één motor per SUN-500 aangesloten worden. Dit houdt dus in één zonnescherm of één garagemotor. Meerdere lampen per SUN-500 is geen probleem zolang het bovenvermelde vermogen niet wordt overschreden.
In de SUN-500 module zijn twee relais aanwezig waarvan de contacten niet spanningsvoerend zijn (potentiaal vrij). Daardoor zijn de contacten vrij van de voedende 230 V wisselspanning welke wordt aangesloten op de F- en N-contacten. Het COM (gemeenschappelijke) contact schakelt of naar het NC (normaly closed) of naar het NO (normaly open) contact, echter nooit naar beiden gelijktijdig. Als er gedurende twee minuten geen signaal van een zender is ontvangen vallen beide relais af zodat de COM geen contact meer maakt met NC en NO. Dit is de ruststand van de module. Omdat de module uit het lichtnet wordt gevoed is altijd een blauwe nuldraad nodig. Als deze niet aanwezig is moet deze worden bijgetrokken naar

14.3 Domotica systemen

een bestaand schakelpunt of centraaldoos.

De bediening is zeer comfortabel en eenvoudig. Een voorbeeld van volgorde bij de besturing van zonwering zoals jaloezieën, rolluiken of markiezen is:

– knop AAN (ON) indrukken, de zonwering gaat omhoog;
– knop AAN (ON) of UIT (OFF) indrukken, de zonwering stopt;
– knop UIT (OFF) indrukken, de zonwering gaat omlaag.

Indien u meerdere SUN-500 ontvangers gebruikt dient u er op te letten dat alle aangesloten motoren dezelfde draairichting hebben voor het commando AAN (ON) en UIT (OFF). Eventueel moet u de twee motordraden omwisselen. Dit zijn de draden die zijn aangesloten op de twee klemmen.

Vanzelfsprekend kunnen meerdere afstandbedieningen geprogrammeerd worden met dezelfde codes zodat het mogelijk is de SUN-500 vanuit meerdere plaatsen te bedienen.

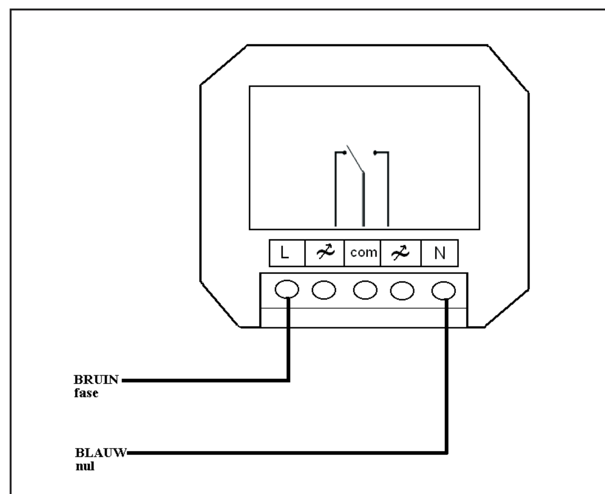
Voor alle toepassingen moet de netspanning worden aangesloten, zie figuur 5/14.3.2-16:

– de bruine draad (de fase) op klem L aansluiten;
– de blauwe draad (de nul) op klem N aansluiten.

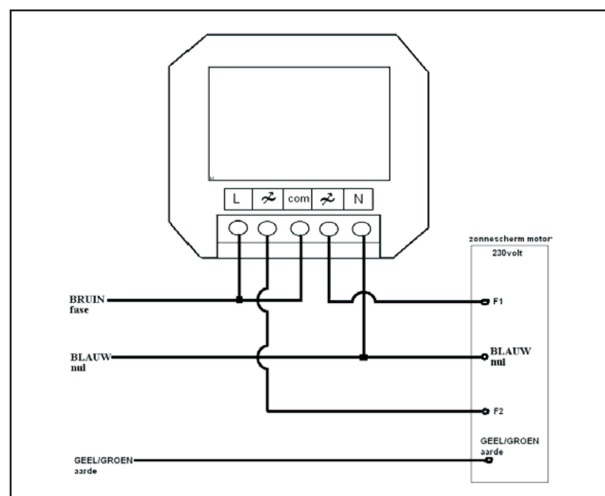
Nu kunt u het relaiscontacten van de SUN-500 al horen schakelen als u de afstandsbediening gebruikt.

Het schema voor het aansluiting voor rolluiken, jaloezieën en zonwering die door 230 V motoren worden aangedreven is voorgesteld in figuur 5/14.3.2-17.

De motor van een zonnescherm heeft normaal vier draden: de aarde (geel\groen), de nul (blauw) en de twee fases, F1 (bruin) en F2 (zwart). Sluit de twee fases F1 (bruin) en F2 (zwart) van de zonneschermmotor aan op de contacten met het wisselspanningssymbool.



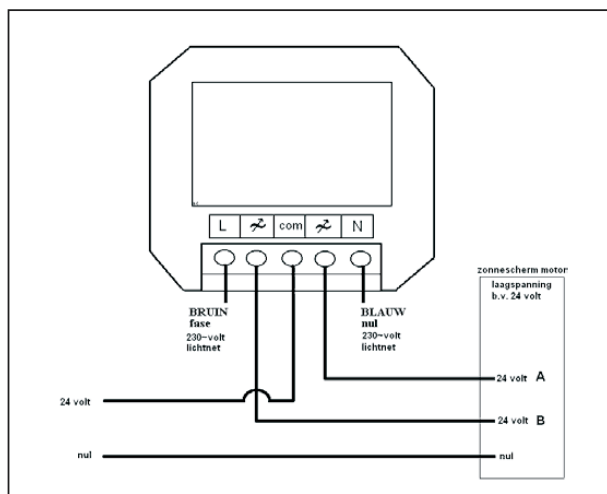
Figuur 5/14.3.2-16: Het aansluiten van de netspanning op de SUN-500.



Figuur 5/14.3.2-17: Het aansluiten van een 230 V motor op de SUN-500.

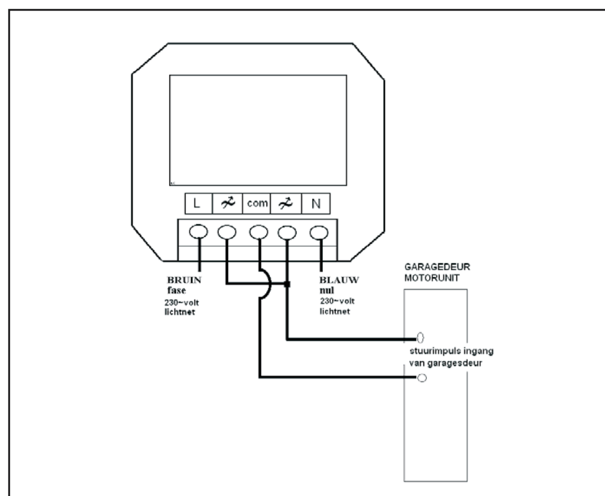
De plaats van F1 en F2 op de klemmen bepaald of het scherm omhoog of omlaag gaat na het bedienen van AAN- en UIT-knoppen van de afstandsbediening. Deze twee klemmen kunnen dus zonder probleem omgewisseld worden. De blauwe draad (nul) van het zonnescherm moet samen met de blauwe draad (nul) van het lichtnet op de N van de SUN-500

aangesloten worden. De bruine draad van het lichtnet (fase) moet op de L en COM van de SUN-500 aangesloten worden.
Het aansluitschema voor systemen die door 12 V of 24 V motoren worden bediend is voorgesteld in figuur 5/14.3.2-18. De laagspanning schakelt tussen de COM en de twee met een wisselspanningssymbool aangeduide klemmen. De L- en N-contacten mogen nooit verbinding maken met die van de laagspanning te weten de middelste drie. Dit kan tot zeer gevaarlijke situaties leiden!



Figuur 5/14.3.2-18: Het aansluiten van de SUN-500 op een laagspanningssysteem.

Het aansluiten van een garagedeur is voorgesteld in figuur 5/14.3.2-19. Voor elk commando omlaag/stop/omhoog moet er 2 keer op de zender worden gedrukt (AAN of UIT, welke knop maakt niet uit). De L- en N-contacten mogen nooit verbinding maken met die van het schakelcontact van de bedieningskast van de garagedeurmotor of de middelste drie contacten van de SUN-500.
De drie contacten mogen niet direct op de garagedeurmotor worden aangesloten, maar alleen op de positie van de schakelaar die door de fabrikant van de garagedeurmotor is voorgeschreven. Sluit bij deuren de SUN-500 alleen aan op de aanwezige impulsschakelaar van de besturing van de deuraandrijving.

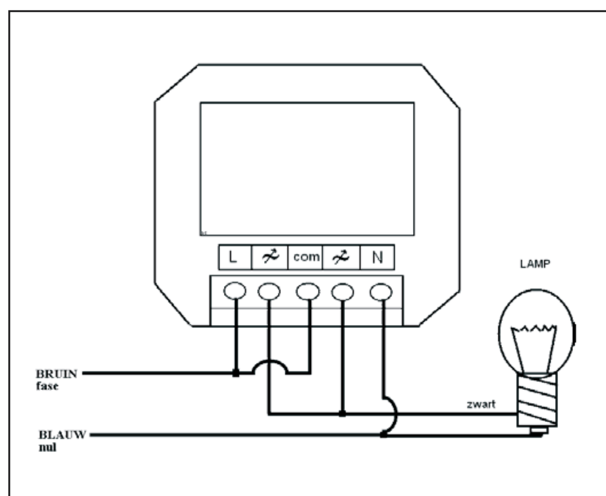


Figuur 5/14.3.2-19: Het aansluiten van de SUN-500 op een garagedeuropener.

Verder bestaat er geen beveiliging tegen onopzettelijke hindernissen (persoon of auto in de deuropening)! Bovendien is het duidelijk dat de ontvangstcodes door derden kunnen worden gekraakt.
Het gebruik van de SUN-500 als twee minuten timer is voorgesteld in figuur 5/14.3.2-20. Op deze manier aangesloten blijft bijvoorbeeld de trappenhuisverlichting ongeveer twee minuten ingeschakeld. Deze actie kan met elke KlikAanKlikUit zender worden geactiveerd, dus ook met de bewegingsmelder PIR-2000.
Tot slot de samenvatting van de technische specificaties van de SUN-500:
- potentiaalvrij relais wisselcontact met middenrust stand;
- toepasbaar voor zonwering, rolluiken, jaloezieën, gordijnen en deuren;

14.3 Domotica systemen

– max. 8 A bij 220/240 V 50 Hz.



Figuur 5/14.3.2-20: Het gebruik van de SUN-500 als tijdschakelaar.

De gong met contactdoos + drukknop zender ML-8300R

Deze op elkaar afgestemde modulenset, zie figuur 5/14.3.2-21, bestaat uit een kleine batterijgevoede zender, die u aan de voordeur kunt bevestigen en een elektronische gong, die u ergens in huis in een standaard wandcontactdoos kunt steken. De gong beschikt over een standaard AAN/UIT-ontvanger die 3,5 kW kan schakelen. Beide modulen hebben alleen een lettercodeschijfje, zodat u alleen de "zendfrequentie" kunt instellen. De gong is voorzien van een LED die gaat branden als de module met de netspanning wordt verbonden. De LED gaat knipperen op het moment dat een zendercode wordt ontvangen. De zender heeft een reikwijdte van ongeveer 75 meter.

De specificaties van deze combinatie in het kort samengevat:

– tweetonige gong;
– contactdoos met randaarde;
– belasting contactdoos max. 3500 W, 220-240 V;
– rood controlelampje op ontvanger;
– 16 verschillende codes;
– drukknop druipwaterdicht;
– reikwijdte tot 75 meter;
– batterij type A23/12V.



Figuur 5/14.3.2-21: De drukknop zender en gong ontvanger ML-8300R.

De gong + drukknop zender CDB-6500A

Deze combinatie, zie figuur 5/14.3.2-22, bestaat uit de reeds besproken drukknop zender plus een gong die nu geen AAN/UIT-ontvanger bevat, maar een optische indicatie. De ontvanger, die op de netspanning wordt aangesloten, geeft een duidelijk zichtbaar optisch signaal als de drukknop wordt bediend.

De specificaties samengevat:

– gelijktijdig gong- en lichtsignaal;
– tweetonige gong;
– eurostekker als voeding;
– voeding 220-240 V;
– 16 verschillende codes.

De gong + drukknop zender CDB-6500B

Deze combinatie, zie figuur 5/14.3.2-23, is in feite identiek aan de reeds besproken CDB-6500A. Het enige verschil is dat

14.3 Domotica systemen

de zender niet door middel van een batterij wordt gevoed, maar wordt aangesloten op de bestaande bedrading van een belknop. De drukknop verkrijgt zijn voedingsspanning van de secundaire wikkeling van deze trafo via de bestaande bel.



Figuur 5/14.3.2-22: De gong + drukknop combinatie CDB-6500A.



Figuur 5/14.3.2-23: De gong + drukknop combinatie CDB-6500B.

De specificaties samengevat:
– gelijktijdig gong- en lichtsignaal;
– tweetonige gong;
– eurostekker als voeding;
– voeding 220-240 V;
– 16 verschillende codes.

De gong CDB-6500C
Deze gong, zie figuur 5/14.3.2-24, kan onbeperkt worden gecombineerd met de draadloze deurbelinstallaties ML-8300R, CDB-6500A en CDB-6500B. Bovendien kan deze bel ook aanspreken op het signaal van de infrarood zender PIR-2000.



Figuur 5/14.3.2-24: De gong CDB-6500C.

De specificaties samengevat:
– gelijktijdig gong- en lichtsignaal;
– tweetonige gong;
– eurostekker als voeding;
– voeding 220-240 V;
– 16 verschillende codes.
–

Nadere gegevens

De KlikAanKlikUit-apparatuur wordt op de markt gebracht door:
Pan-Trade International BV
Huizersdijk 3
4761 PT Zevenbergen
Telefoon: 0168-32.55.52
E-mail: info@pan-trade.nl
Internet: www.draadloosinhuis.nl

5/17

CD-uitbreidingen: Video-CD

Inhoud

5/17.5

Video-CD's samenstellen met "DVD PixPlay"

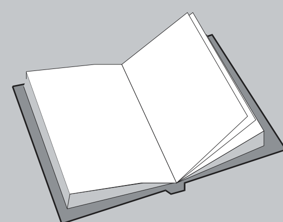
Inleiding

Heeft u ook duizenden foto's?
U heeft waarschijnlijk een digitale fotocamera en een halve harde schijf vol met duizenden foto's in JPG-formaat en filmpjes in AVI-formaat, gemaakt met dezelfde camera. Bekijken van al dat fraais op uw PC is een fluitje van een cent, want zeker de moderne Windows-versie XP heeft prachtige multimedia mogelijkheden ingebouwd. U kunt met de "Windows-viewer voor afbeeldingen en faxen" die automatisch opstart als u op een JPG-bestand in een map dubbelklikt, de volledige set foto's en video's in deze map bekijken. Anders wordt het als u uw foto's ook in de huiskamer op uw TV wilt bewonderen. De JPG's en AVI's naar een CD-R branden heeft weinig zin, want uw DVD-speler ondersteunt zes kansen op de tien niet het afspelen van dergelijke bestanden. Bovendien kunt u er dan geen show van maken met tussengevoegde teksten en flitsende overgangen van de ene naar de andere foto.

Video-CD samenstellen met "DVD PixPlay"
Om er zeker van te zijn dat uw foto's en video's op iedere DVD-speler worden afgespeeld moet u van uw JPG's en AVI's een Video-CD maken. Daar bestaan gespecialiseerde programma's voor die als extra voordeel hebben dat zij toelaten uw foto's in een bepaalde volgorde in een show op te nemen, deze show te voorzien van begeleidende teksten, overgangen tussen uw foto's in te voegen en onder uw foto's muziek te "plakken". Een van deze programma's is "DVD PixPlay" van Xequte Software, een aardig programma dat zeer intuïtief werkt en dat weinig mogelijkheden van het medium Video-CD onbenut laat. In dit hoofdstuk laten wij u kennis maken met dit handig stukje software, dat u snel via Internet en met behulp van uw creditcard goedkoop in huis kunt halen.

Highlights
"DVD PixPlay" heeft de volgende mogelijkheden:

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/17.1
Hoofdstuk 5/17.3



– stelt een show samen van uw foto’s en video’s die u in Video-CD formaat op een CD-R brandt en nadien in iedere DVD-speler kunt afspelen;
– de show kunt u ook schermvullend op uw PC afspelen;
– u kunt uw show begeleiden met muziek of commentaar;
– ondersteunt alle bekende grafische formaten, zoals JPG, JPEG2000, GIF, BMP, PNG en daarnaast ook de “ruwe” bestandsformaten van moderne camera’s zoals CRW, CR2 en NEF;
– ondersteunt AVI en MPEG op videogebied;
– ondersteunt MP3 en WAV wat audio betreft;
– via de meegeleverde browser kunt u foto’s en video’s in de juiste volgorde naar uw show slepen;
– tussen foto’s en video’s kunt u titelpagina’s opnemen;
– heeft meer dan 160 overgangseffecten die u tussen uw foto’s kunt invoegen;
– preview-optie op uw PC vóór het branden van de Video-CD;
– ondersteunt DVD, VCD, SVCD, XVCD, XSVCD, MPEG en AVI als uitvoer van de show.

Downloaden en registreren
Het installatiebestand PIXPLAY.EXE bevat versie 2.45, is slechts 3,5 MB groot en kunt u ophalen van www.xequte.com. Het programma werkt onder Windows 95/98/ME/NT/2000/XP. Dit bestand bevat een volledig functionele versie van het programma. De enige beperkingen zijn dat uw show maar vijftig foto’s kan bevatten en dat iedere foto wordt ontsierd door een “ongeregistreerde versie”-tekst. Niet erg bruikbaar in de praktijk, maar goed genoeg om u te overtuigen van de capaciteiten van het programma. Het registreren gaat uiteraard per Internet en via creditcard. Voor US$ 29,50 krijgt u via e-mail vrijwel onmiddellijk een serienummer toegestuurd, dat u via de optie “Enter Reg. Key” van het “Help”-menu kunt invoeren. Nadien is het programma gebruiksklaar zonder beperkingen.

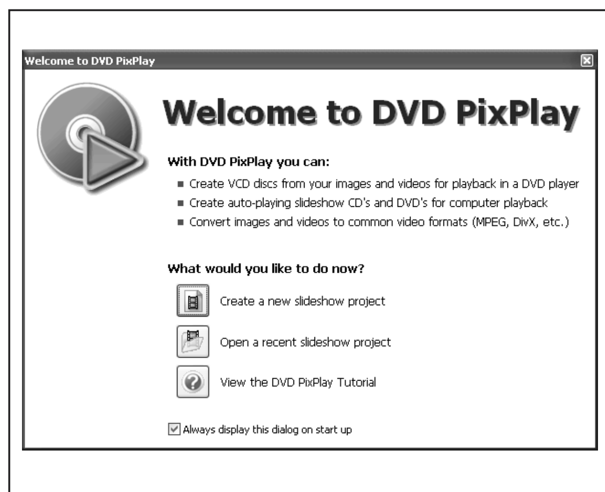
Snel aan de slag!

Voorbereiden
In principe kunt u via “DVD PixPlay” foto’s rechtstreeks vanuit de geheugenkaart van uw camera importeren. Wij raden u echter aan de foto’s en video’s uit de geheugenkaart van uw camera éérst via de bij de camera geleverde software naar een folder van uw harde schijf te kopiëren, dat werkt handiger. Selecteer nadien alle foto’s en video’s die u op de Video-CD wilt branden en zet deze in een eigen folder. Hernoem de bestanden nadien in de logische volgorde zoals u ze op de Video-CD wilt hebben. De eerste foto van de show hernoemt u dus bijvoorbeeld naar “001.JPG”, etc. Dit maakt het in de juiste volgorde opnemen van de foto’s in het programma veel gemakkelijker.

De snelle Wizard
Na het opstarten verschijnt de handige Wizard van figuur 5/17.5-1 op uw scherm. Hiermee kunt u op een verbazingwekkend snelle manier een “standaard show” samenstellen. Hiermee bedoelen wij dat deze Wizard u in vijf stappen door een procedure leidt die een bruikbare, maar onpersoonlijke show tot resultaat heeft. Maar na de vijfde stap bestaat gelukkig de mogelijkheid dat u dit snelle resultaat gaat editten, waardoor u

17.5 Video-CD's samenstellen met "DVD PixPlay"

uw show het broodnodige persoonlijke tintje kunt meegeven.
U klikt hier natuurlijk de optie "Create a new slideshow project" aan, waarna u in figuur 5/17.5-2 onmiddellijk de naam van uw show en de locatie op uw harde schijf kunt invullen.



Figuur 5/17.5-1: Aan de hand van deze handige Wizard wordt u inslechts vijf stappen door het samenstellen van een foto- en videoshow geleid.



Figuur 5/17.5-2: Als eerste stap vult u in dit venster de naam van uw project en de locatie ervan op de harde schijf in.

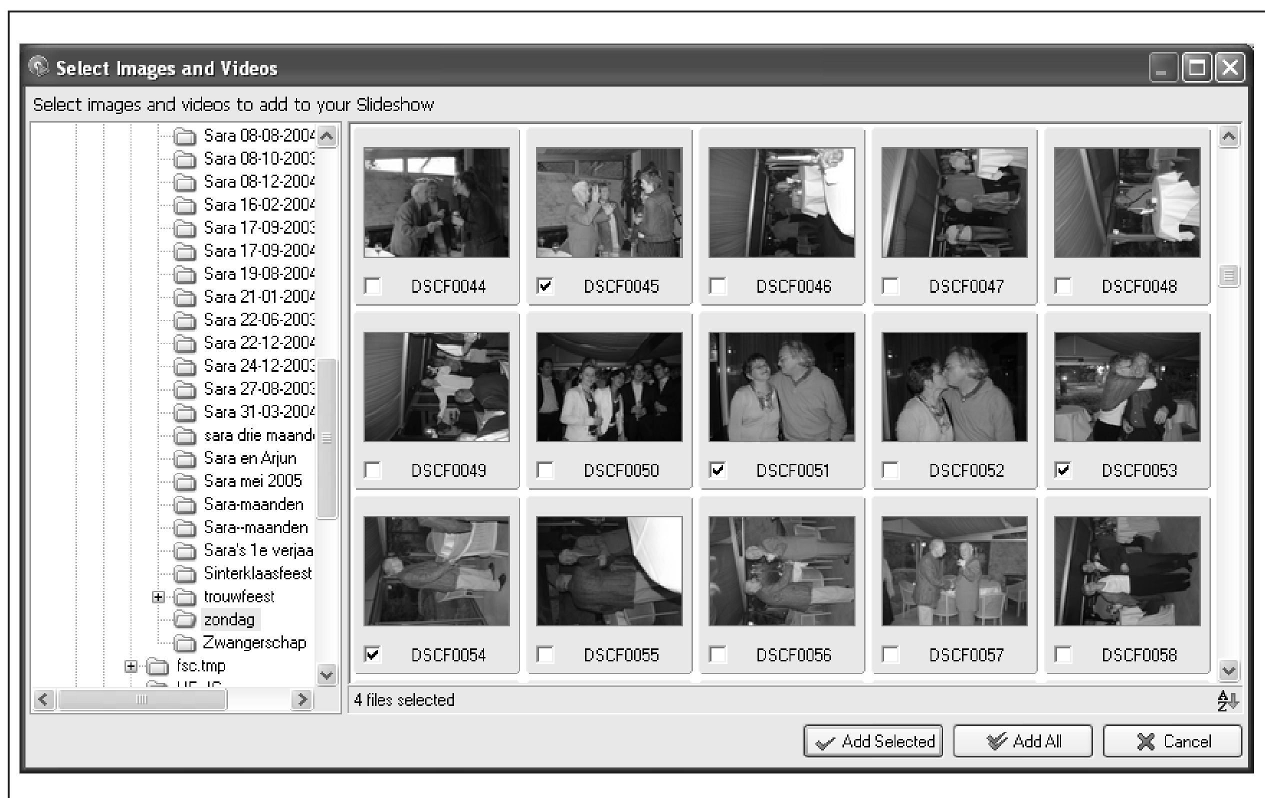
Foto's en video's selecteren
In het volgende venster, voorgesteld in figuur 5/17.5-3, kunt u de bron kiezen waaruit u het materiaal van uw show wilt putten. U kunt kiezen uit een locatie van uw harde schijf ("Retrieve images/videos from a folder on my computer") of rechtstreeks van een camera of scanner ("Retrieve images from a camera or scanner"). Als u onze voorbereidingen heeft opgevolgd is de keuze logisch: optie 1.



Figuur 5/17.5-3: Het selecteren van de bron van uw materiaal.

Meteen verschijnt het venster "Select Images and Videos" van figuur 5/17.5-4 in beeld, waarin u op de standaard Windows manier foto's uit één (sub)directory kunt aanvinken. Met de knop "Add Selected" voegt u deze foto's aan uw show toe.
In het volgende venster, voorgesteld in figuur 5/17.5-5, krijgt u een overzicht van het aantal geselecteerde foto's. Met de optie "Click here to add more images and videos to your project" kunt u een stapje terug doen en in het venster van figuur 5/17.5-4 een andere directory selecteren waaruit u foto's en video's aan uw show wilt toevoegen.

17.5 Video-CD's samenstellen met "DVD PixPlay"



Figuur 5/17.5-4: Het selecteren van de gewenste foto's uit één Windows-directory.



Figuur 5/17.5-5: Via dit venster kunt u materiaal uit andere mappen toevoegen en de duur van uw show grofweg vastleggen.

Op deze iets omslachtige manier kunt u dus materiaal uit alle hoeken en gaten van uw hard schijf toevoegen.

Het programma haalt de foto's bij het samenstellen van de Video-CD netjes uit de aangegeven mappen op.
In het venster van figuur 5/17.5-5 kunt u de "Default Image Display Time", oftewel de voorstellingstijd van ieder dia in seconden instellen. U ziet meteen hoe lang uw show gaat duren.

Uw show vormgeven

Nu u het basismateriaal van uw show heeft geselecteerd, kunt u in het volgende venster van de Wizard, de "Slideshow Style", voorgesteld in figuur 5/17.5-6, de broodnodige extra's aanbrengen, waarmee u een saaie opeenvolging van foto's omzet in een échte show. U kiest hier eerst via "Title Page Style" uit een twintigtal ontwerpen voor de titelpagina van uw show. Nadien kunt u met de drie knoppen, rechts in het venster:

17.5 Video-CD's samenstellen met "DVD PixPlay"

- de titelpagina bewerken ("Edit Title Page");
- de overgangen instellen ("Transition Effects");
- eventueel muziek toevoegen ("Select Sound Files").



Figuur 5/17.5-6: In deze voorlaatste stap van de Wizard transformeert u uw saaie verzameling foto's tot een échte show.

Edit Title Page

Na klikken op deze knop verschijnt het venster van figuur 5/17.5-7, waar waarachtig de in de eerste stap ingevoerde titel reeds in de titelpagina is opgenomen. Via dit venster kunt u:

- teksten aan de titelpagina toevoegen, u kunt uiteraard lettertype, -stijl en uitlijning kiezen;
- illustraties toevoegen, het programma bevat een clipart bibliotheek met een honderdtal plaatjes;
- geometrische vormen, van vierkanten tot sterren, aan het ontwerp toevoegen;
- de achtergrond instellen, waarbij graduele overgangen van de ene naar de andere kleur tot de mogelijkheden behoren.



Figuur 5/17.5-7: Het vormgeven van uw titelpagina.

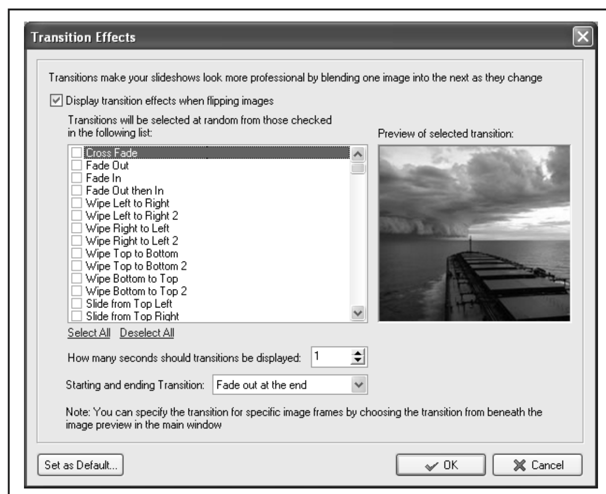
Transition Effects

In dit venster, voorgesteld in figuur 5/17.5-8, kunt u de overgangseffecten invoeren tussen de foto's en video's van uw show. In de lijst staat een honderdtal overgangseffecten ter beschikking, van een simpele "Cross Fade" tot zeer ver gezochte en drukke overgangseffecten. U kunt alle effecten activeren ("Select All") of alleen gewenste effecten aanvinken. Nadien zal het programma de geselecteerde effecten willekeurig tussen de foto's van uw show invoegen. Selecteert u maar één effect, dan wordt dit dus hét effect van uw show. Met "How many seconds should transitions be displayed" kunt u de tijdsduur van de overgangen vastleggen. Met "Starting and Ending Transitions" kunt u de overgangseffecten al dan niet toepassen op de eerste en de laatste dia van de show. In de "Preview of selected transition" ziet u het effect van de geselecteerde overgangen.

Select Sound Files

Aan de hand van het venster van figuur 5/17.5-9 kunt u uw show vervolgens begeleiden met muziek.

17.5 Video-CD's samenstellen met "DVD PixPlay"



Figuur 5/17.5-8: In dit venster "Transition Effects" stelt u de overgangen tussen uw foto's en video's in.

Met "Add Sound File" selecteert u de gewenste WAV- of MP3-bestanden op uw harde schijf. Met "Play Sound File" kunt u de geselecteerde bestanden even afspelen.



Figuur 5/17.5-9: Met dit venster "Background Music Playlist" kunt u uw show voorzien van geluid en spraak.

Met "Move File Up" en "Move File Down" kunt u de bestanden in de gewenste volgorde zetten. Met "Loop slideshow music" worden de geluidsbestanden opnieuw afgespeeld als de tijdsduur van uw show langer is dan de totale duur van alle geselecteerde muziekbestanden.

Een interessante optie is "Record Now". Met deze optie kunt u uw show voorzien van commentaar dat u inspreekt via een op uw geluidskaart aangesloten microfoon. Via het venster van figuur 5/17.5-10 kunt u de opname starten. Met "Display Slideshow during the recording" verschijnt de show schermvullend in beeld gedurende het inspreken van het commentaar, zodat u uw commentaar synchroon kunt laten lopen met wat te zien is.



Figuur 5/17.5-10: Via dit venster kunt u uw show van synchroon commentaar voorzien.

Your Slideshow is Ready

In principe is uw show nu klaar en kan worden omgezet naar een Video-VD. Echter, zoals reeds geschreven, deze procedure levert een standaard show op zonder veel persoonlijke inbreng.

In het vijfde en laatste venster van de Wizard, zie figuur 5/17.5-11, kunt u selecteren uit:

– "Edit the slideshow project further": Met deze optie kunt u uw project gaan "fine tunen".
– "Burn the slideshow to disk":

17.5 Video-CD's samenstellen met "DVD PixPlay"

Uw project wordt omgezet naar Video-CD formaat en op een CD-R gebrand. U doet er verstandig aan voor de eerste optie te kiezen, zodat u uw project kunt verfijnen.



Figuur 5/17.5-11: In dit laatste venster van de Wizard kunt u omschakelen naar het werkvenster van "DVD PixPlay" en uw project verfijnen.

Fine tuning

Het algemeen werkvenster

Kiest u voor de door ons geadviseerde optie, dan verdwijnt het Wizard-venster en komt u in het algemeen werkvenster van figuur 5/17.5-12 terecht. Dit venster biedt alle mogelijke opties voor het personaliseren van uw show. Links in het venster ziet u de geselecteerde foto's onder de vorm van een "Film Strip". Rechts staan de gegevens van de samengestelde show, zoals aantal foto's, duur van de show en geschatte grootte van het totale bestand in Video-VD of DVD-formaat ("Slideshow Details"). Daaronder staan de basisinstellingen die u via de vensters van de Wizard heeft ingevoerd ("Slideshow Setting"). Deze algemene settings kunt u nu echter per foto of video gaan aanpassen. Als u dubbelklikt op één van uw foto's ziet u deze foto als miniatuurweergave rechtsonder in het venster. U kunt nu de "Display Time" en de "Transition" voor de foto individueel aanpassen.

Foto's en video's in de juiste volgorde zetten

Als u onze voorbereidingen heeft opgevolgd staan al uw foto's in de logische volgorde in de show. Maar het kan natuurlijk gebeuren dat u alsnog de volgorde wilt veranderen. Dat is geen probleem. Open het menu "View"en kies in de optie "File Display" voor "Small Tumbs". Alle foto's en video's worden nu geminiaturiseerd weergegeven, zie figuur 5/17.5-13, en u kunt de volgorde van de foto's wijzigen door de foto's naar hun juiste plaats te slepen met ingedrukte muisknop. Verplaatst u een foto naar voren, dan schuiven alle daaropvolgende foto's automatische één plaats op.
Staat al het materiaal definitief in de juiste volgorde, dan kunt u via het menu "View" weer terugschakelen naar "Film Strip" weergave. Dan ziet u weer wat alle foto's voorstellen.

Rechter muisknop

Door met de rechter muisknop op een foto te klikken verschijnt het pop-up venster van figuur 5/17.5-14 in beeld. Een heel handig menu, want u kunt:
– "Add Text to Image":
  Een tekst aan de foto toevoegen.
– "Promote frame":
  De foto één plaats naar voor verplaatsen.
– "Demote Frame":
  De foto één plaats naar achter verplaatsen.

17.5 Video-CD's samenstellen met "DVD PixPlay"



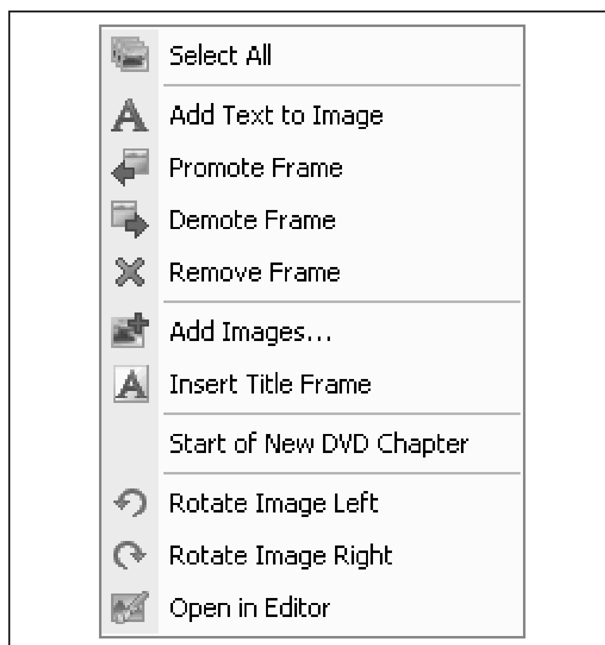
Figuur 5/17.5-12: Het algemeen werkvenster van "DVD PixPlay" waarin u uw show gaat individualiseren.



Figuur 5/17.5-13: In deze miniatuurweergave van uw show kunt u foto's en video's naar een andere plaats verslepen.

- "Remove Frame":
  De foto of video verwijderen.
- "Add Images":
  Extra foto's of video's ná de geselecteerde foto invoegen.
- "Insert Title Frame":
  Een titelpagina ná de geselecteerde foto invoegen;
- "Rotate Image Left":
  De foto 90° naar links draaien.
- "Rotate Image Right":
  Idem, maar dan in de andere richting.
- "Open in Editor":
  De foto openen in de standaard Windows-viewer.
- "Start of New DVD Chapter":
  Als u géén Foto-CD wilt maken maar een échte DVD, dan kunt u aangeven dat deze foto de start is van een nieuw hoofdstuk, waar u via het DVD-menu snel naar toe kunt gaan.

17.5 Video-CD's samenstellen met "DVD PixPlay"



Figuur 5/17.5-14: Dit achter de rechter muisknop verborgen pop-up menu biedt diverse handige functies voor de geselecteerde foto.

De Video-CD branden

Preview
Als u uw show helemaal heeft samengesteld, kunt u de Video-CD gaan branden. Het is echter aan te raden eerst de "Preview"-knop in de knoppenbalk aan te klikken. Uw show wordt dan beeldvullend afgespeeld en u kunt controleren of alles is zoals het de bedoeling was. Met een druk op "Esc" verlaat u deze preview.

Create Disk
Alles OK? Klik dan op de knop "Create Disk" in de knoppenbalk. In het venster van figuur 5/17.5-15 krijgt u, wellicht ten overvloede, nog eens een overzicht van alle bestanden die u in uw show heeft opgenomen. Dit is de eerste stap van de "Slideshow Creation Wizard", die u in vier stappen begeleidt bij het branden van de Video-CD.

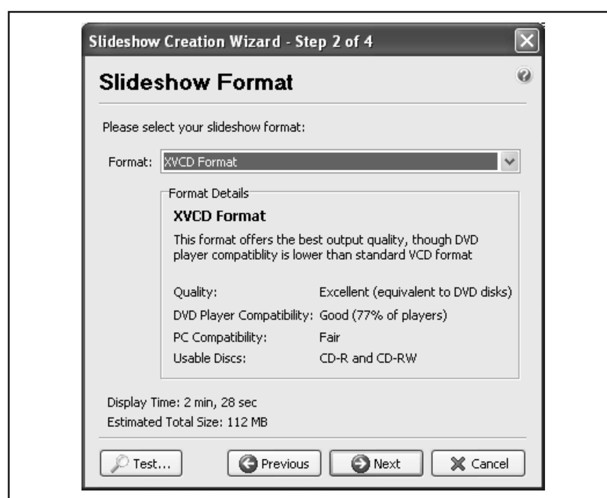


Figuur 5/17.5-15: De eerste stap van de "Slideshow Creation Wizard" geeft nog eens een overzicht van alle geselecteerde bestanden.

Slideshow Format
In de volgende stap van de Wizard, voorgesteld in figuur 5/17.5-16, moet u het formaat van de uitvoer specificeren. "DVD PixPlay" biedt zeven uitvoerformaten, ieder met hun eigen voor- en nadelen.

– VCD:
  Dit originele Video-CD formaat heeft als voordeel dat er heel wat foto's op een CD-R passen. Uw show kan maximaal 74 minuten lang zijn. De resolutie van de beelden is echter laag, namelijk 352 bij 288 pixels, te vergelijken met de standaard TV-kwaliteit. Vrijwel iedere DVD-speler ondersteunt dit formaat.
– SVCD:
  Een opgevoerd Video-CD formaat met een resolutie van 480 bij 576 pixels. Er past 35 tot 60 minuten show op één CD-R. Ook dit formaat wordt

door vrijwel alle DVD-speler ondersteund.
- XVCD:
  Video-CD formaat met een resolutie van 720 bij 576 pixels, even hoog als DVD, met als gevolg dat er slechts 15 tot 20 minuten show op één CD-R past. De compatibiliteit met DVD-spelers is echter niet 100 %.



Figuur 5/17.5-16: In stap twee van de "Slideshow Creation Wizard" stelt u het uitvoerformaat in.

- XSVCD:
  Vergelijkbaar met XVCD.
- DVD:
  Heeft dezelfde resolutie als XVCD, maar vanwege het andere medium past er 2 tot 3 uur show op één DVD. U moet natuurlijk wél over een DVD-recorder beschikken.
- Image:
  Schrijft uw originele bestanden naar de CD-R, met als gevolg dat zo'n schijfje waarschijnlijk niet in een DVD-speler is te gebruiken. Dit formaat is echter ideaal voor het verzenden van uw shows naar andere PC-gebruikers die via Windows uw foto's en video's kunnen bewonderen.
- MPEG:
  Het voordeel van dit formaat is dat u een kwaliteitsfactor kunt instellen, waardoor een in feite te lange show toch nog op een CD-R past. Er zijn echter maar weinig DVD-spelers die ruwe MPEG kunnen weergeven. Voor het vertonen op PC's is dit formaat echter ideaal.

Slideshow Setting

In stap drie van deze Wizard stelt u de algemene eigenschappen van de uitvoer in, zie figuur 5/17.5-17. U kiest voor NTSC of PAL, waarbij de tweede keuze uiteraard voor de hand ligt en u kunt nog eens een kwaliteitsfactor instellen.



Figuur 5/17.5-17: In deze derde stap van de output Wizard stelt u een paar gegevens van het uitvoerbestand in.

Die keuze heeft de maken met de snelheid waarmee het programma de Video-CD samenstelt. Als u bijvoorbeeld voor VCD kiest, moet het programma alle foto's en video's herschalen naar 352 bij 288 pixels. Het programma beschikt over diverse algoritmen die deze taak uitvoeren. Hoe nauwkeuriger het algorit-

17.5 Video-CD's samenstellen met "DVD PixPlay"

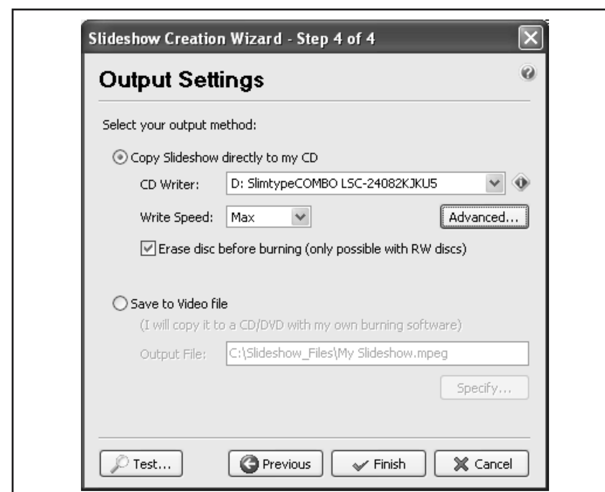
me werkt, hoe trager deze conversie echter gaat. Kiest u voor de beste kwaliteit dan kan, zelfs op een snelle PC, het samenstellen van de Video-CD wel uren duren. Een leuke klus voor uw PC als u op één oor ligt te slapen!
Een handige optie is "Strech the slideshow to match the lenght of the background music". Vinkt u deze optie aan, dan zal het programma de tijdsduur van uw show aanpassen aan de tijdsduur van de door u gekozen achtergrondmuziek. In feite komt het er op neer dat de door u ingestelde "Display Times" iets worden verlengd of verkort.
Met de knop "Test" maakt het programma de outputfile aan, zonder deze echter naar CD-R of DVD-R te schrijven. U kunt dus nogmaals controleren of de show aan uw wensen voldoet.

Output Setting

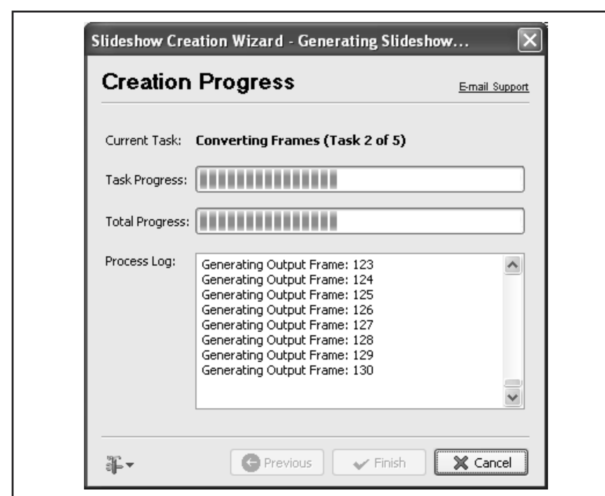
In de laatste stap van de Wizard, voorgesteld in figuur 5/17.5-18, kunt u kiezen voor rechtstreeks naar een CD-R schrijven ("Copy Slideshow directly to my CD") of voor het schrijven van de Video-CD inhoud naar de harde schijf ("Save to Video file"). In het eerste geval kunt u in het venstertje "CD Writer" uw CD-recorder selecteren. In het laatste geval moet u nadien, via uw eigen brandersoftware, de bestanden naar een CD-R branden.
Met de knop "Advanced" kunt u een aantal opties van het brandproces instellen, maar tenzij u heel goed weet hoe uw CD-recorder werkt, wordt aanbevolen deze opties niet te veranderen.

Creation Process

Het omzetten van uw materiaal naar het video-CD formaat heeft heel wat voeten in de aarde. Op de eerste plaats moeten alle foto's en video's naar de ingestelde resolutie worden geresampled.



Figuur 5/17.5-18: In deze laatste stap kunt u "DVD PixPlay" opdracht geven om rechtstreeks een CD-R te branden.



Figuur 5/17.5-19: Het samenstellen van de Video-CD kunt u in dit venster stap na stap volgen.

Op de tweede plaats moeten de overgangen tussen de foto's worden berekend en omgezet in grafische bestanden. Nadien moeten al deze gegevens in opeenvolgende frames worden opgenomen. Tot slot moeten deze frames tot

17.5 Video-CD's samenstellen met "DVD PixPlay"

één groot bestand worden verenigd. Aan de hand van het venster dat is voorgesteld in figuur 5/17.5-19 kunt u dit proces volgen.

Slideshow Created

Als u kiest voor de optie "Copy Slideshow directly to my CD" verschijnt, als de CD-R gebrand en afgesloten is, het venster van figuur 5/17.5-20 op uw scherm. Het proces is klaar, de CD-R is omgevormd tot een heuse Video-CD die u op elke DVD-speler kunt vertonen.



Figuur 5/17.5-20: Dit laatste venster meldt dat uw Video-VD productie geslaagd is.

5/20

CD-uitbreidingen: DVD, Digital Versatile Disk

Inhoud

5/20.2

DVD formaten en hun specificaties

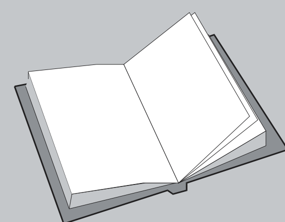
Inleiding

Een grote chaos
In 1996, toen de CD-R nog niet eens aan de opmars was begonnen, werd DVD-Video gelanceerd in samenwerking met enkele kopstukken uit de filmwereld en elektronicaconcerns. Het jaar daarop was chaotisch wat de DVD standaard betreft: in 1997 werden drie verschillende brandstandaarden in het leven geroepen. Twee door het DVD Forum (DVD-RAM en DVD-R) en één door een coalitie van zes grote bedrijven, die hun eigen standaard openbaarden (DVD+RW).
Op dit moment ondervindt u de gevolgen van die besluiten, want deze drie standaarden liggen nu in de winkel, maar hebben allemaal andere eigenschappen.
In dit hoofdstuk gaan wij een poging wagen orde in deze chaos te scheppen.

Het DVD Forum
Het DVD Forum werd in 1995 opgericht onder de toenmalige naam “DVD Consortium”, door tien bedrijven: Hitachi, Matsushita (Panasonic), Mitsubishi, Pioneer, Philips, Sony, Thompson, Time Warner, Toshiba en Victor. Het is een internationale vereniging van hardwareproducenten, softwarebedrijven en andere gebruikers van de Digital Versatile Disc (DVD). Het forum is opgezet om ideeën en informatie uit te wisselen over het DVD formaat en haar technische mogelijkheden, verbeteringen door te voeren en nieuwe mogelijkheden te implementeren. Het forum promoot de wereldwijde inburgering van DVD producten via entertainment, consumenten elektronica en de IT-industrie. Ook beheert het DVD Forum de logo’s voor DVD-ROM, -Audio en -Video, waarvoor royalties betaald moeten worden. Leden van het forum zijn niet verplicht om één standaard te steunen en andere uit te sluiten. Naast DVD als videomedium wordt speciale aandacht gegeven aan het DVD-RAM en DVD-R(W) formaat.

De officiële standaarden
Op dit moment zijn er zes DVD formaten goedgekeurd door het DVD Forum:

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/7.1
Hoofdstuk 5/9.1
Hoofdstuk 5/17.2
Hoofdstuk 5/19.1
Hoofdstuk 5/20.1



20.2 DVD formaten en hun specificaties

– DVD-ROM;
– DVD-Video;
– DVD-Audio;
– DVD-RAM;
– DVD-R;
– DVD-RW.

DVD-ROM

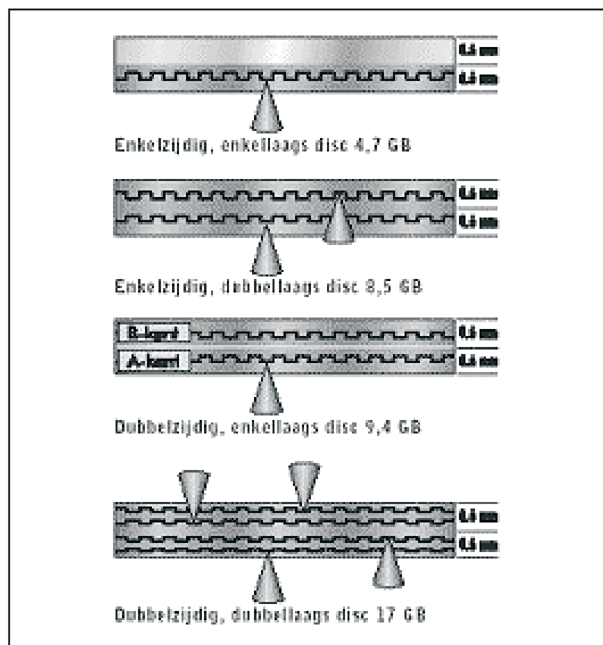
DVD-ROM is ontwikkeld als een medium voor het distribueren van computer- en videodata. Dit medium wordt vooral gebruikt bij voorbedrukte DVD's vanuit grote productiefabrieken. Er bestaan verschillende capaciteiten:

– DVD-5:
  single layer, single sided, 4,7 GB capaciteit
– DVD-10:
  single layer, double sided, 9,4 GB capaciteit
– DVD-9:
  dual layer, single sided, 8,5 GB capaciteit
– DVD-17:
  dual layer, double sided, 17 GB capaciteit

De dual layer wordt op dit moment nog niet echt gebruikt in productie omgevingen.
De structuur van deze vier DVD's is voorgesteld in figuur 5/20.2-1.

DVD-Video

DVD-Video is een distributiemedium voor films, gebaseerd op DVD-5. Een schijfje kan maximaal 133 minuten MPEG-2 video bevatten met meerdere audiokanalen. Dit medium is uitermate geschikt voor massaproductie doeleinden. Na wat vertragingen met het invoeren van regiocodes en de verschillen tussen NTSC en PAL is DVD-Video inmiddels doorgebroken als vervanger van vroegere VHS-markt.



Figuur 5/20.2-1: Een doorsnede door de vier formaten DVD-ROM.

DVD-Audio

DVD-Audio is gebaseerd op DVD-5. DVD-Audio ondersteunt multi-kanaal geluid, 24 bit sampling met 192 kHz bandbreedte en multi-media opties. Dit formaat wordt inmiddels toegepast in consumenten DVD spelers. Vooral Sony is actief met dit formaat in zijn Super Audio Compact Disc (SACD) spelers, die allemaal DVD-Audio ondersteunen.

DVD-RAM

DVD-RAM (re-writable) is een verwijderbaar medium bedoeld voor de opslag van computerdata, archivering en backup. Op dit moment zijn de volgende media beschikbaar:

– single sided 2,6 GB;
– double sided 5,2 GB;
– single sided 4,7 GB;
– double sided 9,4 GB.

Op dit moment is DVD-RAM het beste formaat voor het bewaren van computerdata.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

DVD-R
DVD-R is een write-once medium voor computerdata. Het medium is opgesplitst in twee formaten: Authoring (A) en General (G). Authoring wordt gebruikt voor professionele DVD-R applicaties, prototypen en het controleren van DVD-Video titels. General wordt gebruikt voor homevideo applicaties. Deze DVD's worden opgenomen met videorecording apparaten. Het formaat leent zich uitstekend voor het archiveren, zekerstellen en distribueren van computerdata.

DVD-RW
DVD-RW is een re-writable formaat dat een grote compatibiliteit heeft met DVD-R en DVD-ROM drives. Het formaat is bedacht ter vervanging van de videorecorder. Deze spelers kunnen ook DVD-Video afspelen en opnemen van de televisie.

De DVD+RW Alliantie
De DVD+RW Alliantie is een concurrerende groep van PC, optical storage en elektronica fabrikanten. De groep heeft tot doel om een universeel, compatible en herschrijfbaar DVD formaat te promoten om elektronica- en PC-apparatuur op elkaar aan te laten sluiten. De DVD+RW standaard is officieel niet door het DVD Forum erkend, maar heeft wel baat bij de algemene promotie van het forum voor DVD. De alliantie had bezwaren tegen de DVD-R(W) standaard zoals die door Pioneer voorgesteld werd en door het DVD Forum goedgekeurd. Volgens de Alliantie heeft het DVD+RW formaat voordelen op DVD-R(W). Zo zouden de fysieke parameters van DVD+RW compatibel zijn met die van DVD-ROM. De reflectie zit in dezelfde rangorde en de dichtheid is gelijk als een enkel laags DVD-ROM. Desondanks blijkt uit deze woorden dat 100 % compatibiliteit niet te garanderen. “In dezelfde rangorde” is immers niet helemaal hetzelfde.

DVD+RW
De DVD+RW Alliantie heeft dus een eigen DVD formaat op de markt gebracht: DVD+RW. Volgens de uitvinders garandeert dit formaat volledige uitwisselbaarheid met alle soorten DVD spelers. Het formaat is speciaal bedoeld om de huiskamer videorecorder te vervangen. Daardoor heeft het ook beperkingen. Zo worden alle opnamen achter elkaar op het schijfje gezet en kan alleen een opname zonder problemen vervangen worden als de nieuwe opname niet langer is dan de oude.

Onderscheidende kenmerken
Onderscheidende kenmerken van de formaten zijn:
- De beschrijfbaarheid en herschrijfbaarheid.
- Het schrijfproces.
- De wijze van formatteren, dat wil zeggen de wijze waarop het opslaggebied is verdeeld in segmenten en partities. De formattering helpt de DVD speler bij het snel vinden van een specifieke plaats op de DVD en het helpt de DVD recorder om gegevens zo efficient mogelijk op te slaan.
- De maximale opslagcapaciteit, die kan variëren van 2,6 GB tot 9,7 GB.

Compatibiliteit
Een belangrijk probleem! Als u een DVD speler of recorder koopt, dan wilt u er natuurlijk zeker van zijn dat dit apparaat alle formaten leest. Welnu, op dit moment is dat nog steeds een probleem.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

DVD Disc Format	Type of DVD Unit											
	DVD Player		DVD-R(G)		DVD-R(A)		DVD-RAM		DVD-RW		DVD+RW	
	R	W	R	W	R	W	R	W	R	W	R	W
DVD-ROM	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
DVD-R(G)	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No
DVD-R(A)	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	No
DVD-RAM	No	No	No	No	No	No	Yes	Yes	No	No	No	No
DVD-RW	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No
DVD+RW	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	No	No	Yes	No	Yes	Yes
CD-R	No	No	No	No	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
CD-RW	No	No	No	No	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Figuur 5/20.2-2: Een compatibiliteitslijst waaruit u kunt afleiden welke DVD-formaten door welke DVD-apparaten worden ondersteund.

DVD-ROM schijfjes kunnen in vrijwel alle spelers worden afgespeeld. DVD-RAM was een kansrijk formaat voor computertoepassingen, maar lijkt door de ontwikkelingen te zijn ingehaald. De DVD-RW en DVD+RW formaten vormen twee concurrerende kampen. DVD's zijn niet zonder meer uitwisselbaar tussen beide kampen, tenzij de speler beide formaten ondersteunt. De DVD+RW is geschikter voor computertoepassingen, terwijl dit formaat net als de andere formaten geschikt is voor films. De DVD+RW lijkt anno 2003 het meest kansrijke formaat te zijn om de algemeen geaccepteerde standaard voor computertoepassingen te worden. Dit formaat wordt ondersteund door invloedrijke bedrijven als Microsoft, Dell, Hewlett-Packard, Mitsubishi, Philips, Ricoh, Sony, Thomson en Yamaha.

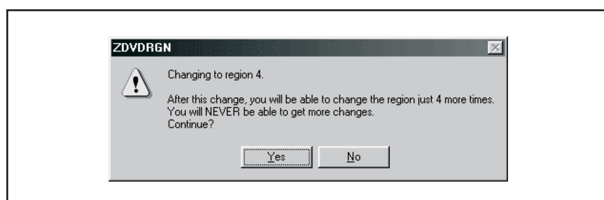
Om u een inzicht te geven in dit probleem hebben wij in de tabel van figuur 5/20.2-2 een volledige compatibiliteitslijst opgesteld, waar alle formaten en alle beschikbare DVD spelers en recorders tegen elkaar worden uitgezet. Zoals u ziet bestaat er geen enkele DVD-speler die alle formaten de baas kan!

Het probleem regiocode

Zoals u wellicht weet is er nog een tweede probleem dat het afspelen van een willekeurige DVD op een willekeurig apparaat in de weg staat: de regiocode. Een systeem dat werd ingevoerd onder druk van de grote filmmaatschappijen en dat moest verhinderen dat een Amerikaanse DVD-Video op een Europese DVD speler kon worden afgespeeld.

In principe kunnen alle DVD formaten zo'n regiocode bevatten. De standaard voor commerciële DVD spelers schrijft voor dat de spelers alleen DVD's met hun eigen regiocode mogen afspelen. Hierdoor kunnen de filmmaatschappijen, om commerciële en logistieke redenen, de vrijgave en prijzen van DVD's in

verschillende delen van de wereld beheersen. Veel moderne DVD spelers negeren echter de regiocode, of kunnen door middel van een eenvoudige ingreep regiovrij worden gemaakt.
Alle DVD spelers die na december 1999 verkocht zijn, moeten voldoen aan de normen van de RPC2 (Region Protection Code) die door de filmindustrie zijn vastgesteld. Bij DVD spelers die u in uw PC monteert en die aan de RPC2-normen voldoen, kunt u de DVD regiocode vijf keer wijzigen. Telkens als u de regiocode wijzigt, krijgt u een waarschuwing zoals afgebeeld in figuur 5/20.2-3 in beeld.



Figuur 5/20.2-3: Uw DVD speler in uw PC kan zijn interne regiocode vijf keer wijzigen.

Na de vijfde wijziging wordt de laatst ingestelde regiocode vastgehouden, welke niet meer kan worden gewijzigd. Op Packard Bell-systemen wordt de regiocode dan vergrendeld in de instelling voor Europa (regiocode 2).
Onze planeet is verdeeld in een zestal regiocodes, die globaal zijn ingedeeld zoals op het kaartje van figuur 5/20.2-4 is aangegeven.

– Regiocode 0:
  Afspeelbaar in alle regio's.
– Regiocode 1:
  Verenigde Staten, Canada.
– Regiocode 2:
  Europa, Groenland, Zuid Afrika, Lesotho, Swaziland, Japan, Egypte en het Midden-Oosten.
– Regiocode 3:
  Zuidoost Azië, Zuid Korea, Hong Kong, Indonesië, Philipijnen, Taiwan.
– Regiocode 4:
  Australië, Nieuw Zeeland, Mexico, Centraal Amerika, Zuid Amerika.
– Regiocode 5:
  Rusland, andere voormalige landen van de Sovjet-Unie, Oost-Europa, het Indiase werelddeel, Mongolië, Afrika.
– Regiocode 6:
  China.
– Regiocode 7:
  Gereserveerd voor toekomstig gebruik.
– Regiocode 8:
  Internationale gebieden zoals vliegtuigen, schepen, etc.

Er kwamen regio-0 spelers op de markt die elke schijf afspeelden. De filmmaatschappijen reageerden hierop door DVD schijven te maken die niet in regio-0 spelers kunnen worden afgespeeld.



Figuur 5/20.2-4: De regiocodes overzichtelijk in beeld gebracht.

Regional Code Enhancement
De regiocode kunt u inmiddels gemakkelijk kraken, het Internet staat vol met tip's hoe u dit kunt doen. Bovendien

20.2 DVD formaten en hun specificaties

worden er zogenaamde "regiovrije" DVD spelers aangeboden. Vandaar dat er een nieuwe systeem wordt ingevoerd. Voor het eind van 2003 zullen de Amerikaanse filmstudio's Warner Brothers en Columbia Tristar een nieuwe authorisatie-methode invoeren, zodat hun DVD videotitels niet gebruikt kunnen worden in combinatie met regiovrije DVD spelers.
De studio's noemen deze ontwikkeling "Regional Code Enhancement", oftewel RCE. De nieuwe DVD's testen bij het initialiseren of de speler inderdaad beperkt is tot een regiocode en geven anders geen film weer. In plaats van de film tonen de regiovrije DVD spelers een waarschuwing dat de DVD alleen voor niet gemodificeerde regio-1 spelers is bedoeld. Om de schijf af te kunnen spelen moet u dus een DVD speler hebben, die voor de specifieke regio is gemasterd. De eerste filmtitels met RCE zijn waarschijnlijk "The Perfect Storm" (Warner) en "The Patriot" (Columbia Tristar).

Verbetering?
Met name DVD-fans, die een High-End DVD speler hebben gekocht en deze daarna voor grof geld met een modificatie bevrijd hebben van de regiocode, zullen aan de komende "verbetering" van de regiocode geen plezier beleven: de meeste DVD's die in Europa verkocht worden missen het bonusmateriaal dat wel op de Amerikaanse DVD's is te vinden.
Het is nog onduidelijk in hoeverre de verscherping van de regiocode van toepassing is op DVD-ROM drives, die de regiocode niet intern vastleggen (RPC-I). Het is zowel mogelijk dat de RPC-I drives de met RCE "verbeterde" schijven niet afspelen als wel.

DVD-ROM

Inleiding
DVD-ROM (Read Only Memory) is een DVD formaat met een gelijkaardige technologie als die van de bekende DVD-Video, maar met een meer computervriendelijke bestandsstructuur. Het DVD-ROM formaat werd ontworpen om hetzelfde soort data te bevatten als de CD-ROM en wordt gebruikt in PC's. DVD-ROM's kunnen zeven maal zoveel data bevatten als CD-ROM's (4,7 GB in plaats van de 650 MB van de CD-ROM).
DVD-ROM drives hebben een gemiddelde snelheid van 1,32 MB per seconde, maar er zijn drives op de markt met verschillende snelheden, (net zoals bij CD-ROM drives) en ze worden aanzien als dé vervanger van de CD-ROM.

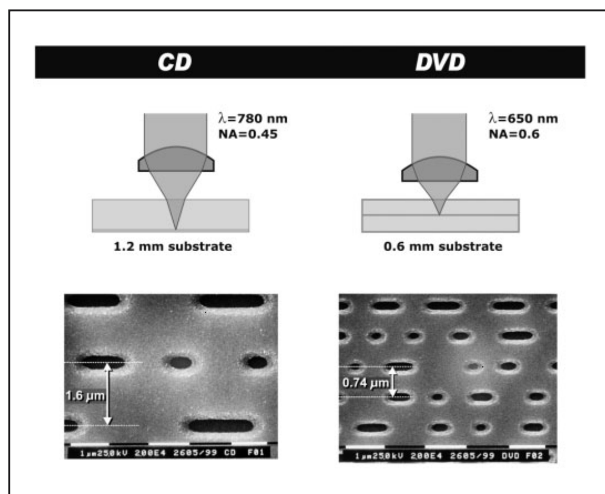
De technologie
De DVD-ROM, de DVD-Video en de DVD-Audio werken technologisch hetzelfde als de standaard CD-ROM. Tijdens de fabricage wordt een stempel gebruikt om kleine putjes in de plastic schijf te drukken, waarmee een patroon van minuscule bergjes en dalletjes wordt gemaakt. De belangrijkste verschillen met een CD-ROM zijn de spoorbreedte, de ruimte tussen de putjes en hun afmeting. Vergeleken met de CD-ROM liggen de afzonderlijke gegevenssporen van een DVD-ROM twee keer zo dicht op elkaar, namelijk 0,74 µm in plaats van 1,6 µm. Dit resulteert in een enorme verhoging van opslagcapaciteit. DVD media bieden ook een hogere doorvoersnelheid. Iedere X op een CD-ROM staat voor een snelheid van 150 kilobit per seconde (kb/s), bij een DVD staat iedere X voor een snelheid van 1,38 megabit per seconde (Mb/s).

20.2 DVD formaten en hun specificaties

	DVD-AUDIO	SACD	CD
Techniek	Pulse Code Modulatie	Direct Stream Digital	Pulse Code Modulatie
Aantal bits	24	1	16
Quantizering (kHz)	192 (max)	64x44,1= 2,822 Mbit	44.1
Capaciteit	4,7 Gb - 17 Gb	4,7 Gb	0,65 Gb
Aantal kanalen	6 (96 kHz) of 2 (192 kHz)	6 (max)	2
Ondersteund door o.a.	Pioneer/Panasonic	Philips/Sony	alle merken
Compatibel met CDspeler	Nee	Ja	Ja

Figuur 5/20.2-6: Vergelijking van de specificaties van Audio-CD, SACD en DVD-Audio.

In figuur 5/20.2-5 is een verhelderend plaatje gegeven, waarmee u de structuur van een CD-ROM en een DVD-ROM mooi kunt vergelijken.



Figuur 5/20.2-5: Vergelijking tussen CD-ROM en DVD-ROM.

DVD-Video

Compatibel met DVD-ROM

Over dit formaat is niet zo erg veel op te merken. U kent het natuurlijk van de ontelbare films die op dit formaat worden aangeboden. Technisch gezien is de DVD-Video volledig compatibel met de DVD-ROM. U kunt een Video-DVD dus in alle DVD apparatuur afspelen, zoals in de huiskamer als in de PC.

DVD-Audio

Audio-CD, SACD en DVD-Audio

DVD-Audio, oftewel DVD-A is de tegenhanger van SACD (Super Audio-CD). Ook bij dit formaat wordt gebruik gemaakt van hoge resoluties, tot 24 bit en 192 kHz toe. Belangrijk verschil met de SACD is de flexibele omgang met data: in tegenstelling tot SACD zijn geen aparte stereo/multichannel plaatjes nodig, alle mogelijkheden zijn in principe op hetzelfde schijfje voorhanden. Dit betekent dat DVD-A plaatjes in iedere DVD-Video speler minimaal CD kwaliteit in stereo leveren. Maar voor hoge resoluties (en daar gaat het natuurlijk om) is een DVD-Audio speler nodig. U raadt het al: SACD en DVD-A zijn niet compatibel.

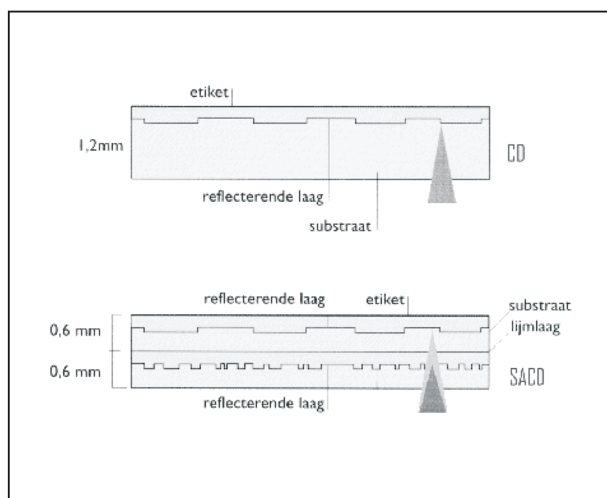
De belangrijkste verschillen tussen CD, DVD-Audio en SACD zijn samengevat in de tabel van figuur 5/20.2-6.

Er bestaat dus een technisch verschil in de manier van opname tussen SACD en DVD-Audio. De basis van het schijfje is gelijk aan een standaard enkellaags DVD, maar de digitaliseringstechniek verschilt. Daardoor kan een SACD ook niet op een DVD-Audio speler afgespeeld worden en omgekeerd.

Een SACD kan, in tegenstelling tot een DVD-Audio, wel afgespeeld worden op

20.2 DVD formaten en hun specificaties

een normale CD speler. Dit geeft geen kwaliteitsverbetering, maar het kan. Dat komt omdat de SACD met een twee laags principe werkt, zie figuur 5/20.2-7. Op de ene laag staat de muziek in SACD kwaliteit. Deze laag kan alleen door SACD spelers benaderd worden. Op de andere laag staat de muziek gewoon in CD kwaliteit. Deze laag kan uiteraard door iedere CD of DVD speler benaderd worden.



Figuur 5/20.2-7: Het verschil in lagenstructuur tussen SACD en DVD-Audio.

Extra opties

DVD-Audio schijfjes bieden tevens de mogelijkheid om extra informatie in de vorm van Audio Text Data (ATD) en Real Time Text (RTT) op te nemen. ATD geeft informatie over componisten, programma, artiesten en dergelijke. RTT geeft informatie synchroon aan de geluidsweergave, zoals songteksten, libretto's en karaoke.
Ook stilstaande beelden kunnen weergegeven worden. Dit zijn MPEG1 frames. De spelers beschikken over een buffergeheugen waar zestien beelden in opgeslagen kunnen worden. Door dit aparte geheugen wordt de weergave van het geluid niet verstoord als de gebruiker een beeld opvraagt.

Zes kanalen

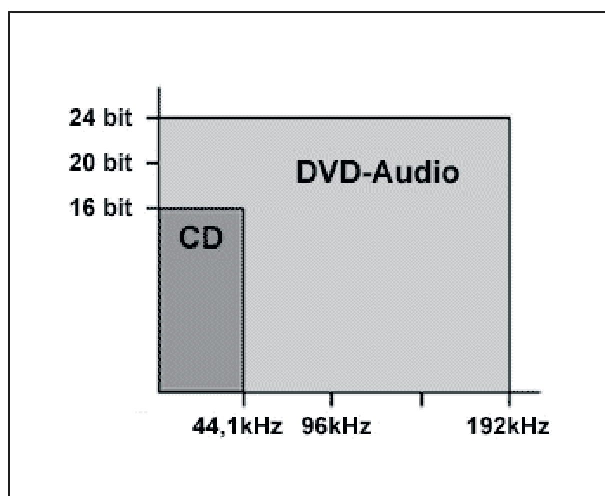
De DVD-Audio standaard kan in allerlei variaties opgenomen worden. De meest voorkomende zullen tweekanaals stereo met de hoogste bemonsteringsfrequentie van 192 kHz bij 24 bit zijn en de vijfkanaals uitvoeringen op 48/24 of 96/24.
Opvallend en belangrijk bij DVD-Audio zijn daarom de aansluitingen. Vaak wordt er aangenomen dat het aansluiten via een digitale kabel naar de 5.1 versterker voldoende is. Dat is echter niet zo, want de DVD-Audio specificatie schrijft niet maximaal 5.1 voor, maar maximaal zes full-range kanalen. Tevens kunnen de huidige versterkers niet overweg met het 192 kHz signaal dat op een DVD-Audio aanwezig kan zijn.
Daarom wordt een DVD-Audio speler met zes kabels aangesloten op de 5.1 ingang van de versterker. Een aardige oplossing is dan om gewoon drie stereoversterkers te gebruiken.

Betere kwaliteit

DVD-Audio maakt, evenals de Audio-CD, gebruik van de PCM codering (Pulse Code Modulation). Dit betekent dat het analoge geluidssignaal zonder enige tussenbewerking rechtstreeks wordt omgezet in een digitaal signaal.
Bij de Audio-CD gebeurt dit omzetten 44.100 keer per seconde. We praten dan over een sampling frequentie van 44,1 kHz. Het gemeten analoge signaal wordt vertaald naar een binair getal bestaande uit 16 nullen of enen. Dit noemen we een resolutie van 16 bit. Bij 16 bit zijn er 216 = 65.536 mogelijke waarden om het analoge signaal in om te zetten.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

DVD-Audio werkt volgens hetzelfde principe, alleen zijn de sampling frequentie en de resolutie drastisch verhoogd. Bij DVD-Audio is de sampling frequentie van stereo geluid maximaal 192 kHz, dat is ruim vier maal zoveel als bij CD. De resolutie is verhoogd naar maximaal 24 bit en dat is maar liefst 256 keer beter dan bij CD. Het voordeel van deze verhogingen is dat het analoge signaal veel nauwkeuriger vertaald kan worden in een digitaal signaal, wat theoretisch een betere geluidskwaliteit betekent. In figuur 5/20.2-8 is het een en ander naast elkaar gezet.



Figuur 5/20.2-8: Kwaliteitsverschil tussen Audio-CD en DVD-Audio.

Compressie

De hogere sampling frequentie en resolutie van DVD-Audio betekent dat meer opslagruimte voor al die digitale data op de schijf nodig is. De opslagcapaciteit van de CD is met zijn 650 MB te beperkt. Bij DVD-Audio is de opslagcapaciteit, net als bij DVD-Video, maximaal 8,5 GB. De bandbreedte voor het doorgeven van de data is bij DVD-Audio verhoogd tot maximaal 9,6 Mb/s. Ter vergelijking: bij DVD-Video is de bandbreedte voor het audiogedeelte 6,144 Mb/s en bij CD slechts 1,4 Mb/s. Om een zeskanaals (5.1) audiosignaal met een resolutie van 24 bit op 96 kHz weer te geven is een totale bandbreedte nodig van 13,824 Mb/s (96 kHz x 24 bit x 6 kanalen). Een overschrijding dus van de toegewezen bandbreedte. Een DVD-Audio met een tweekanaals (stereo) opname op 96 kHz met een 24 bit resolutie valt binnen de beschikbare bandbreedte (9,216 Mb/s versus 9,6 Mb/s). Omdat de opslagruimte op de DVD-Audio schijf en de bandbreedte beide dus niet altijd toereikend zijn, wordt het geluid gecomprimeerd opgeslagen.

Pioneer DV-747A
Audio-CD, DVD-Audio en SACD speler

Diverse fabrikanten brengen op dit moment audiospelers op de markt, die zowel Audio-CD's, SACD's en DVD-Audio's kunnen afspelen. Een typisch voorbeeld in de Pioneer DV-747A, zie figuur 5/20.2-9.
Enkele belangrijke specificaties:
- 192 kHz/24 bit dubbele D/A-omzetter;
- symmetrisch en onafhankelijk audiocircuitdesign;
- ingebouwde DD/DTS/MPEG-decoder;
- R-Core vermogenstransformator;
- Hi-bit conversie (16 bit naar 24 bit).

De achterkant biedt de nodige aansluitingen als:
- twee x scart;
- control in en uit;
- digital out coaxial;
- digital out optical;
- Component Progressive (NTSC) uitgang;
- acht audio uitgangen (stereo front + 5.1 decoder);

20.2 DVD formaten en hun specificaties



Figuur 5/20.2-9: De gecombineerde Audio-CD, SACD en DVD-Audio speler van Pioneer.

– twee S-Video uitgangen;
– twee video uitgangen.

DVD-RAM

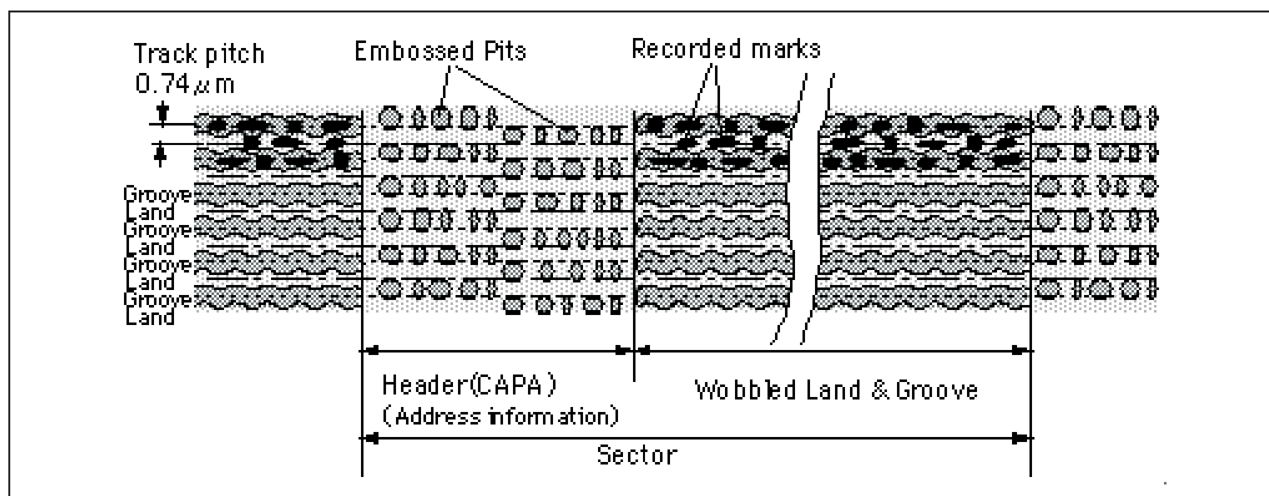
Inleiding
DVD-RAM werd reeds in 1997 geïntroduceerd, waarmee de basis voor de eerste DVD branders werd gelegd. Grote namen als Panasonic, Toshiba en Hitachi hebben deze standaard geadopteerd. De toenmalige DVD-RAM schijfjes met een opslagcapaciteit van 2,6 GB per zijde zaten in een stevig plastic omhulsel dat iets weg had van een diskette, zie figuur 5/20.2-10. Dat was ook meteen het nadeel van die standaard, want DVD-RAM was door het omhulsel nergens mee compatible. Prima geschikt als backup medium, maar daar bleef het bij. DVD-RAM was zo goed als dood, toen midden 2000 versie 2.0 werd aangekondigd. Dit medium had ruimte voor 4,7 GB per zijde (dus 9,4 GB dubbelzijdig), kon uit de cartridge gehaald worden en bood veel meer compatibiliteit. DVD-RAM heeft het unieke kenmerk dat het schijfje standaard 100.000 keer herschrijfbaar en tot op de dag van vandaag de grootste capaciteit biedt.



Figuur 5/20.2-10: Een stand-alone DVD-RAM speler met op de voorgrond de schijfjes in en uit de cartridge.

PC-compatibel
De DVD-RAM technologie is de enige DVD technologie die oorspronkelijk is ontwikkeld voor de opslag van PC gegevens. Gegevens kunnen op elk moment van dit medium worden gewist, waardoor het weer opnieuw kan worden gebruikt.
DVD-RAM schijfjes zijn in sectoren verdeeld (de opnamelaag van de disk wordt fysiek onderverdeeld).

20.2 DVD formaten en hun specificaties

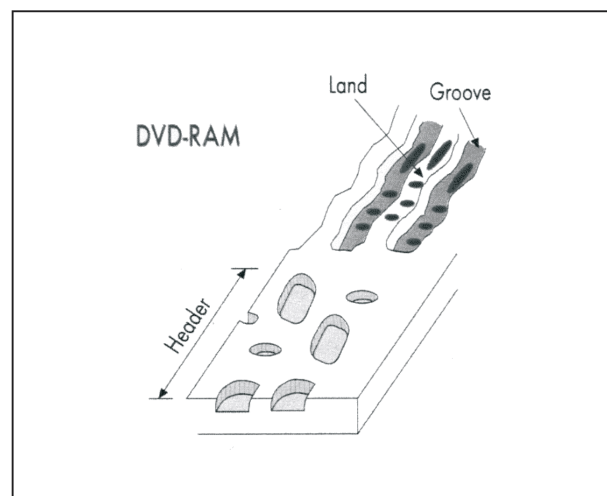


Figuur 5/20.2-12: De sectoren op het oppervlak van een DVD-RAM, met ieder hun eigen header met de adresinformatie.

Deze verdeling doet sterk denken aan de manier waarop de conventionele harde schijf gegevens organiseert. De sectoren zijn zó verdeeld dat de beschikbare opslagruimte ten volle wordt benut. Daarnaast wordt er ook snel toegang verschaft tot alle bestanden, zodat de schijf geschikt is voor dataverwerking in toepassingen.

Oppervlaktestructuur

DVD-RAM maakt gebruik van de “Wobbled Land and Groove” schrijfmethode, zie figuur 5/20.2-11. Het dataspoor is niet spiraalvormig maar maakt, net zoals een harde schijf, gebruikt van concentrische sectoren. Iedere sector wordt in de fabriek voorzien van een adresseringszône, de header, waarin de zogenaamde “Embossed Pits” worden geperst. Deze pits kennen aan iedere sector op de schijf een uniek sectornummer toe. Het “Wobbled” slaat op het feit dat de groeven zijn gemoduleerd met een HF-signaal dat wordt gebruikt voor de timing en synchronisatie bij het schrijven en lezen. De gegevens worden zowel op de “lands” als in de “grooves” opgeslagen. Dit feit maakt een DVD-RAM voor bijna alle DVD lezers ronduit onleesbaar, omdat de gegevens daar alleen in de grooves en niet op de lands kunnen worden gelezen. Het zogenaamde RAM-read zal hiervoor in de toekomst een oplossing bieden, zodat tenminste de met deze feature uitgevoerde DVD stations de DVD-RAM’s probleemloos kunnen lezen.



Figuur 5/20.2-11: De oppervlaktestructuur van een DVD-RAM.

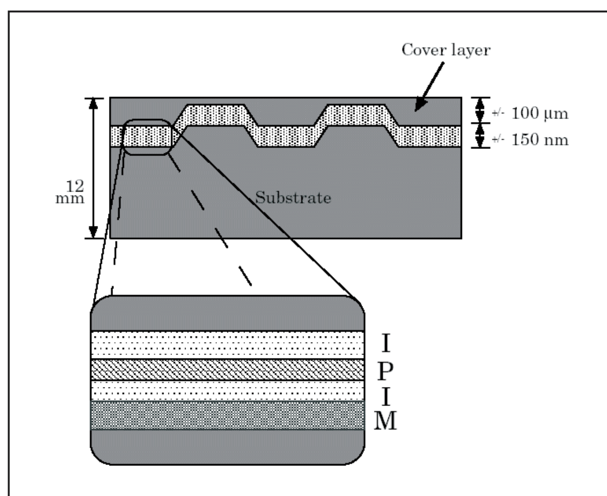
20.2 DVD formaten en hun specificaties

In figuur 5/20.2-12 is nog eens duidelijk aangegeven hoe de gegevens op het oppervlak van de schijf worden georganiseerd.

Phase Change Recording

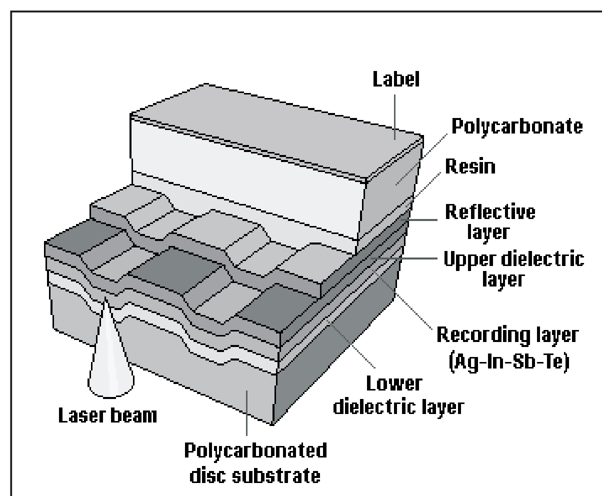
Bij het schrijven van gegevens op het schijfje wordt gebruik gemaakt van “Phase Change Technology”, gecombineerd met magneto-optische processen.
Bij deze manier van wegschrijven van gegevens is de onderlaag transparant met daarin geïntegreerde opname- en reflectielagen. Een doorsnede door een DVD-RAM is getekend in figuur 5/20.2-13.
De recorderlaag bestaat uit een sandwich van vier uiterst dunne lagen, die de “IPIM layer stack” wordt genoemd. Deze opnamelaag is uit vier delen opgebouwd, van boven naar onder:

– de eerste diëlektrische interferentie laag I;
– de phase change laag P;
– de tweede diëlektrische interferentie laag I;
– de koelende metalen laag M.



Figuur 5/20.2-13: De samenstelling van de gevoelige laag bij een DVD-RAM.

Hoe deze vier lagen in de DVD-RAM zijn geïntegreerd volgt uit figuur 5/20.2-14.

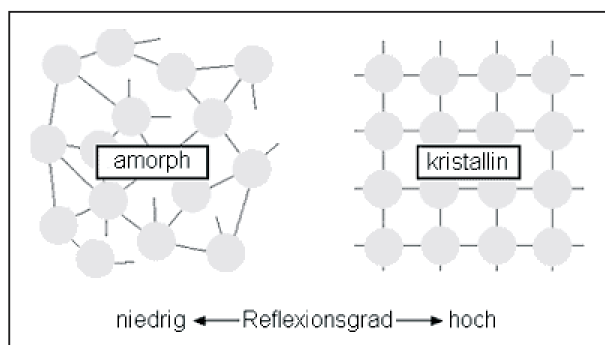


Figuur 5/20.2-14: De integratie van de vier lagen in de DVD-RAM schijf.

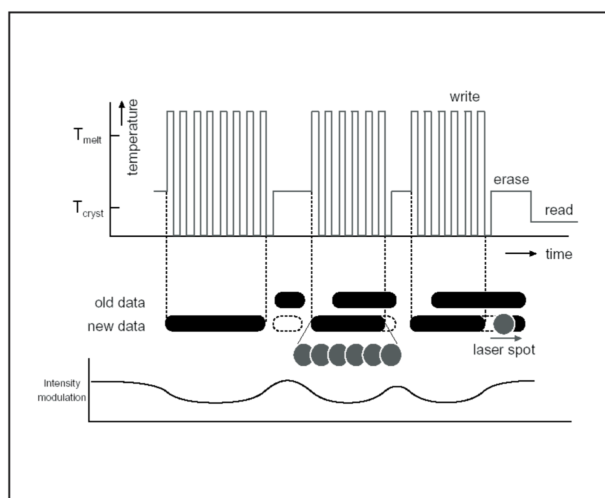
De werking berust op het natuurkundige gegeven dat men door middel van opwarming de eigenschappen van de P-laag dramatisch kan veranderen. In de ene toestand is zij tamelijk reflecterend, in de andere toestand reflecteert zij minimaal. Het wis- en brandproces noemt men “multi-pulse recording”. Als de laser met een zwakke straal de phase change laag P verhit tot ongeveer 200 °C dan worden de zich daarin bevindende atomen kristallijn geordend. Dit heeft tot gevolg dat het materiaal de maximaal haalbare reflectiegraad bereikt.
Koelt het medium nu langzaam af dan blijft deze toestand behouden. Bij de tweede arbeidsgang wordt de laserstraal aanzienlijk versterkt, zodat de P-laag tot maximaal 700 °C wordt verhit. De door deze hitte in beweging gezette atomen van de phase change laag P worden hierdoor in wanordelijke toestand gebracht. Men noemt dit de amorfe toestand. De twee diëlektrische lagen en de metalen laag onttrekken de in de lege-

20.2 DVD formaten en hun specificaties

ring ontstane warmte en na afkoeling blijft deze amorfe toestand bewaard. Het reflectievermogen neemt op dat moment sterk af. In figuur 5/20.2-15 zijn deze twee moleculaire toestanden van de P-laag voorgesteld.



Figuur 5/20.2-15: De twee fysische toestanden van de P-laag.



Figuur 5/20.2-16: Het wissen, beschrijven en uitlezen van een DVD-RAM met een hoogvermogen schrijflaser.

De op deze manier verkregen gebieden van hoge en lage reflectiegraden komen overeen met de volgorde van de pit's en land's die de digitale informatie op normale DVD's bevatten.
Om oververhitting van de P-laag te verhinderen wordt de laser gemoduleerd, dus aan- en uitgeschakeld. Het proces is voorgesteld in figuur 5/20.2-16. U ziet duidelijk hoe de nieuwe gegevens worden geschreven met een sterke laserstraal (write) en hoe de te wissen oude gegevens worden gewist met een veel zwakkere straal (erase). Ter verduidelijking staat in de grafiek ook nog eens aangegeven met wat voor intensiteit de gegevens worden gelezen (read). De intensiteit van de laser wordt bij het lezen dus tot een minimale waarde teruggebracht.

Time Slip functie: opnemen en afspelen

DVD-RAM is het enige optisch formaat waarmee u tegelijkertijd kunt opnemen en afspelen. Met de functie Time Slip kunt u een programma steeds bekijken, zelfs als u een ander programma aan het opnemen bent. U hebt ook alle controle over functies zoals fast forward, rewind en pause tijdens het opnemen en afspelen.
U kunt bijvoorbeeld beginnen kijken naar het eerste gedeelte van een programma dat u aan het opnemen bent, terwijl de rest van het programma wordt opgenomen. Met een druk op de Time Slip toets kunt u een scène bekijken die 30 seconden daarvoor werd opgenomen.

Schrijfsnelheid DVD-RAM

De maximale snelheid waarmee de DVD rewriter informatie naar een DVD-RAM kan wegschrijven wordt aangeduid in kilobit per seconde en heeft als eenheid 1.350 kb/s. Men heeft echter "opgevoerde" branders ontwikkeld die sneller gaan. Zo staat bijvoorbeeld 2x voor een snelheid van 2 x 1.350 = 2.700 kb/s en 4x voor 4 x 1.350 = 5.400 kb/s.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

Afgeschreven?

Ondanks het feit dat veel mensen DVD-RAM al hebben afgeschreven, heeft het medium zeker voordelen. Het feit dat er een cartridge om de schijf heen zit komt zeker ten goede aan de levensduur aangezien de kans op beschadigingen en vingerafdrukken klein is. Ook is de capaciteit momenteel nog onovertroffen. Bovendien is DVD-RAM te gebruiken als een extra harde schijf, doordat het te allen tijde (random access) beschikbaar is. Er verschijnt ook daadwerkelijk in het Explorer-venster van uw PC een extra schijf waar bestanden naar te slepen, of zelfs direct te verwijderen zijn. Dergelijk gebruikersgemak is door de andere DVD standaarden nog niet geëvenaard. Bovendien kunnen de huidige DVD-RAM schijfjes ook uit de cartridge gehaald worden en eventueel op DVDspelers worden afgespeeld.

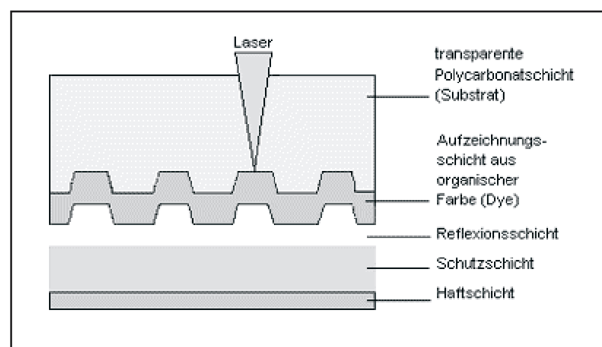
DVD-R

Inleiding

Men spreekt vaak over "DVD min R". Niet omdat men deze naam zo fraai vindt, maar om het verschil aan te duiden met DVD+R. Na goedkeuring van DVD-RAM gaf het DVD Forum ook het startsein voor DVD-R, dat destijds verkozen was als de allround write-once standaard. Pioneer was de grondlegger voor deze nieuwe standaard, die in tegenstelling tot DVD-RAM was bedoeld voor het eenmalig wegschrijven van gegevens. In oktober 1997 had Pioneer al de eerste DVD-R samples klaar, gebaseerd op schijfjes van 3,9 GB en een brander met een 635 nanometer laser. DVD-R (Recordable) is een WORM type DVD formaat, een letterwoord dat staat voor "write once, read many", dat de gebruiker toelaat om éénmalig op de schijf op te nemen. Een DVD-R heeft een opslagcapaciteit van 4,7 GB. De DVD-R kan als de grotere uitvoering van de CD-R worden beschouwd. Omdat de specificaties van een opgenomen schijfje min of meer identiek zijn aan die van een DVD-ROM schijfje, kan DVD-R worden gelezen door een groot aantal standaard DVD spelers en DVD-ROM stations.

Schrijven van gegevens in het dye

Bij de DVD-R wordt gebruik gemaakt van een organische kleurstoftechniek. In de DVD zit een dunne organische kleurstoflaag die "dye" wordt genoemd. Door de kleurstof met een laser te verhitten wordt deze donkerder. Dat geeft dan een zwakkere reflectie die digitaal voor 1 staat. Een goede reflectie van het niet bestraalde materiaal staat voor een 0. In figuur 5/20.2-17 is een doorsnede door een DVD-R getekend.



Figuur 5/20.2-17: De plaats van het dye in de samenstelling van een DVD-R.

De kleur van een DVD-R wordt bepaald door het soort dye dat door de fabrikant wordt toegepast. De basiskleur van het dye wordt veranderd wanneer aan de reflectielaag (goud of zilver) kleur toegevoegd wordt. Sommige van de dye-

reflecterende coatings zijn groen, sommige blauw en andere geel/goud. Visuele verschillen tussen de verschillende types hebben geen invloed op hun werking. Op een golflengte van 780 nm, waar CD en DV recorders beginnen te werken, is het medium voor alle doeleinden en operaties niet te onderscheiden vanuit het optisch opnamestandpunt.
De goudgekleurde DVD-R's gebruiken een phtalocyanine pigment en een gouden reflectielaag. Omdat het pigment van de dye transparant is schijnt de gouden reflectielaag door de bodem en geeft het schijfje een gouden uitzicht. Vergelijken we dit met de anders gekleurde typen dan is de reflectiewaarde van de goudkleurige DVD's het best. De houdbaarheid van zulke DVD's wordt over de honderd jaar geschat. In de tabel van figuur 5/20.2-18 wordt een overzicht gegeven van de vaakst toegepaste dye's met hun kleuren.

Type	Materiaal	kleur	Fabrikant
0	Cyanine	Groen Blauw	MAN Corp. Italy CMC Magnetics Corporation Fornet International Pte Ltd. Fuji Photo Film Co, Ltd Gigastorage Corporation Lead Data Inc. Mitsubishi Chemicals Corporation Ritek Co. Taiyo Yuden Company Limited TDK Corporation Xcitek Inc.
1	Cyanine	Groen Blauw	Hitachi Maxell, Ltd. Multi Media Masters & Machinary SA Pioneer Video Corporation Taiyo Yuden Company Limited
3	Cyanine	Groen	Pioneer Video Corporation
4	Cyanine	Groen	Computer Support Italy S.R.L Postech Corp.
5	PhtaloCyanine	Goud	Kodak Japan Limited Mitsui Chemicals Ritek Co.
6	PhtaloCyanine	Goud	Ricoh Company Limited
7	PhtaloCyanine	Goud	Kodak Japan Limited
8	Cyanine	Groen Blauw	CDA - Dateträger Albrechts GmbH Princo Corporation
	PhtaloCyanine	Goud	Princo Corporation
9	Cyanine	Blauw	Prodisc Technology Inc.
	PhtaloCyanine	Goud	Prodisc Technology Inc.

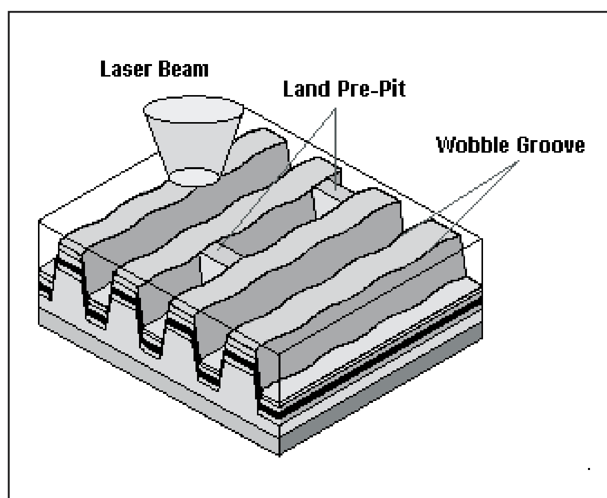
Figuur 5/20.2-18: Een overzicht van de vaakst toegepaste dye-materialen.

Lange termijn betrouwbaarheid
Er is nogal wat geschreven over de lange termijn betrouwbaarheid van DVD-R's. Als het om het aantasten van de aluminiumlaag gaat, speelt ook de kwaliteit van het dye een belangrijke rol. Onder invloed van licht, warmte en vuil kunnen de donkere delen die de data weergeven vervagen en in dat geval zal de informatie verloren gaan. Een goede kwaliteit dye staat borg voor goed leesbare gegevens en dat is natuurlijk belangrijk als gegevens lange tijd wilt bewaren op uw DVD-R's.
Volgens specialisten in pthalocyanine zonder meer het best. De belangrijkste eigenschappen hiervan zijn:
– de langste levensduur van alle fotogevoelige dye's;
– het meest transparant, de hoogste reflectie;
– een schonere branding van de laser, dus beter gedefinieerde gegevens.

Praktisch nadeel van pthalocyanine is dat het ook het duurst is en dat is de reden dat er nauwelijks DVD-R producenten zijn die deze grondstof gebruiken.
Daarmee is meteen een belangrijk punt aangeroerd voor de consument die graag een goede DVD-R wil kopen. Het tijdschrift PC-Active, dat het onderwerp "CD-rot" onlangs fors aanzwengelde, kon wat dat betreft geen gericht advies geven. Het bleek niet per definitie zo dat DVD-R's voorzien van deze grondstof de beste lange termijn stabiliteit hadden.

De technologie
Iedere DVD-R is voorzien van een spiraalvormig spoor dat de schrijflaser via een optische techniek in het juiste spoor houdt. Deze groef wordt ook nu voorzien van een "wobble", dus een HF-signaal dat zorgt voor de synchroni-

satie. De gegevens worden geschreven in de groeven, de lands bevatten “Land Pre-Pits” waarin de adresgegevens zijn verwerkt. Het schrijf- en leesproces kan dus worden voorgesteld zoals getekend in figuur 5/20.2-19.



Figuur 5/20.2-19: Het schrijf- en leesproces bij een DVD-R.

Schrijfsystemen
DVD-R’s kunt u op twee manieren beschrijven:

– Disc-at-once:
  Bij deze methode wordt de volledige inhoud van de DVD-R in één keer in het schijfje gebrand. Eerst wordt de lead-in geschreven, dan de gegevens en tot slot de lead-out. Dit proces wijkt dus af van het schrijfsysteem bij CD-R, waar immers eerst de gegevens worden geschreven en nadien de lead-in en -out.
– Incremental writing:
  Bij dit systeem kunt u verschillende blokken met gegevens op verschillende momenten op de DVD-R branden. Zelfs een minimale hoeveelheid gegevens neemt bij deze methode 32 kB in beslag. Na een incremental write word geen lead-in en -out geschreven. Het gevolg is dat zo’n niet-complete DVD-R alleen door de DVD-brander kan worden gelezen, maar niet door een gewone DVD lezer.
  Als alle gegevens op het schijfje staan wordt de DVD-R gefinaliseerd, waarbij het brandprogramma automatisch de lead-in en lead-out schrijft. Nadien is het niet meer mogelijk gegevens bij te voegen. Het voordeel is wel dat zo’n gefinaliseerde DVD-R ook door een gewone DVD lezer kan worden uitgelezen.

DVD-R versie 2
In mei 2000 legde het DVD Forum de specificaties vast van “DVD-R version 2". Dit formaat kan maximaal 4,7 GB data bevatten. Daarnaast werd het formaat gesplitst in:

– DVD-R for Authoring;
– DVD-R for General.

De DVD-R(A) ondersteunt wat wordt genoemd “Cutting Master Format”. Dit is een systeem dat in de professionele studio’s wordt toegepast bij het masteren van het opgenomen materiaal. De voornaamste eigenschap van het DVD-R(G) formaat is het toepassen van beveiligingstechnieken waardoor het onmogelijk wordt een bit-naar-bit kopie van het schijfje te maken.
DVD-R(A) en DVD-R(G) gebruiken lasers met verschillende golflengtes voor het schrijven. Het eerstgenoemde formaat werkt op 635 nm, het laatstgenoemde met 650 nm. Voor het lezen van de schijfjes heeft dit echter geen consequenties.

Schrijfsnelheid DVD-R
Een DVD-R kan op dit moment op 4x snelheid worden gebrand, wat in de praktijk neerkomt op 5.400 kb/s. Een

20.2 DVD formaten en hun specificaties

4,7 GB schijfje zal in zo'n vijftien minuten tot het laatste bit vol worden geschreven.

DVD-RW

Inleiding
DVD-RW is een herschrijfbaar DVD-medium dat ontwikkeld werd als uitbreiding van de CD-RW technologie en dat tot 1.000 keer opnieuw beschreven kan worden. DVD-RW verhoudt zich grotendeels tot DVD-R zoals CD-RW zich verhoudt tot CD-R. Net als bij de CD-R zijn de specificaties van DVD-RW min of meer identiek aan die van DVD-ROM, waardoor DVD-RW schijfjes door een groot aantal standaard DVD spelers en DVD-ROM stations kunnen worden gelezen. Het gebruikte schrijfproces is met name geschikt voor de snelle doorvoer van grote opeenvolgende bestanden (een hele film, een geheel concert).
DVD-RW apparaten kunnen in twee verschillende standen worden gezet: met constante bitsnelheid en met variabele bitsnelheid. Het belangrijkste verschil ligt in de gegevensstroom, die door een specifiek algoritme wordt gecontroleerd. Zonder in te gaan op gecompliceerde technische details, kunnen we in het kort zeggen dat de gekozen stand effect heeft op de beeldkwaliteit en de maximale opnametijd.
Daarnaast heeft het gebruik van de constante bitsnelheid bij professionele video-verwerking bepaalde voordelen op het gebied van het snijden, hergebruik en verwijderen van de volgorde. De prijs die voor deze voordelen moeten worden betaald, zijn beperkingen in de uitwisselbaarheid en beschikbaarheid van de gegevens gedurende dit proces.

Belangrijkste karakteristieken
De DVD-RW heeft een datacapaciteit van 4,7 GB en een grootte van 12 cm. DVD-RW maakt gebruik van het DVD-R formaat als basis. Omdat het DVD-RW een ongeveer identieke opnamemethode toepast als deze van een "alleen spelen" DVD-Video schijf, kan het volledig compatibel worden gemaakt voor uitwisseling met DVD-Video. De DVD-RW past de opnamemethode van het Video Recording Format toe, een specificatie die werd goedgekeurd door het DVD Forum. Dit formaat maakt gebruik van de MPEF compressietechniek, met als gevolg hoge kwaliteits en real-time signaalopnames en biedt bovendien verschillende bewerkingsfuncties.

Het principe
Net zoals DVD-RAM maakt DVD-RW gebruik van de reeds beschreven "Phase Changing Technology". Hierin schuilt dus het grote verschil met de DVD-R.

Compatibiliteit
Vergeleken met DVD-R is de compatibiliteit van een DVD-RW schijfje aanzienlijk lager. De DVD-RW met een capaciteit van 4,7 GB beschikt over ongeveer dezelfde reflectiegraad als een DVD-9. Vele typen stations verwisselen daardoor beide mediatypen en proberen tevergeefs op een éénlaags DVD-RW een tweede laag te vinden. Een firmware upgrade zou dit probleem in de toekomst oplossen.

DVR+R

Inleiding
Evenals de DVD-R, is de DVD+R een medium dat maar eenmaal kan worden be-

20.2 DVD formaten en hun specificaties

schreven. Het formaat wordt gesteund door een specifieke groep bedrijven, waaronder Sony, Philips, Yamaha, Ricoh en Hewlett-Packard.
DVD+R kan, net zoals DVD-R, worden gebruikt voor toepassingen waar grote hoeveelheden gegevens in één keer moeten worden gekopieerd of worden opgenomen. DVD+R biedt de mogelijkheid om in meer sessies op te nemen en de schijfjes kunnen worden afgespeeld in een brede reeks van apparaten, waaronder de populaire DVD spelers. DVD+R's kunnen echter alleen worden beschreven in speciale DVD+R drives.

Maximale schrijfsnelheid
DVD+R kan op dit moment worden beschreven met een factor 2,4, dus zo'n 3.240 kb/s.

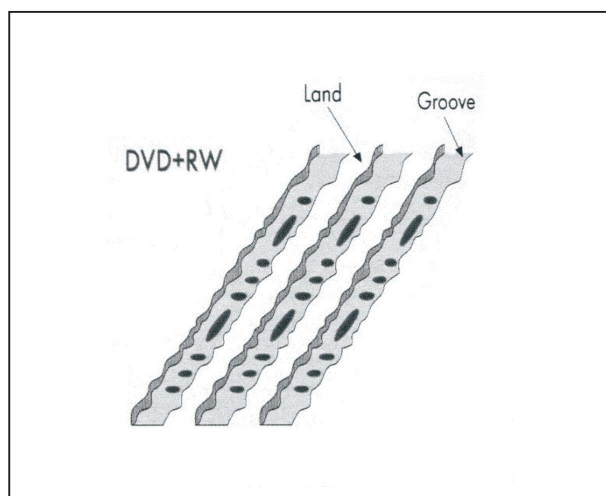
Verschillen tussen DVD-R en DVD+R
Tussen DVD-R en DVD+R zit geen groot verschil, enkel dat de DVD+R schijfjes momenteel iets duurder zijn. DVD-R en DVD+R zijn beide goed voor het maken van films, maar een keuze maken tussen die twee wordt moeilijk. De consument zal uiteindelijk wel de beslissing moeten brengen, DVD-R of DVD+R of een combinatie van beide, zoals wordt toegepast in de nieuwste Sony DVD±RW recorder. Het belangrijkste verschil tussen DVD-R en DVD+R is de manier waarop de gegevens in blokken zijn verdeeld en de toepassing van compressie.

DVD+RW

Inleiding
Zes bedrijven, Sony, Philips, HP, Ricoh, Mitsubishi en Yahama, kondigden in 1997 hun eigen standaard aan, die niet door het DVD Forum werd goedgekeurd. Dit bericht werd in eerste instantie niet met applaus ontvangen, omdat al die verschillende standaarden alleen maar verwarring veroorzaakten. De DVD+RW Alliantie, zoals deze bedrijven zich later gingen noemen, was het echter niet eens met de features van de goedgekeurde standaarden en besloot er zelf een te ontwikkelen. Oorspronkelijk werd er uitgegaan van een 3 GB variant, die in 1999 van de ontwerptafel geschrapt werd voor een 4,7 GB DVD+RW versie. De introductie van de DVD+RW werd herhaaldelijk uitgesteld. Oorspronkelijk had er eind 1999 al een product in de schappen moeten liggen, maar dat werd ruim twee jaar later. Compatibiliteit en gebruikersgemak waren de belangrijkste aandachtspunten voor DVD+RW. Men wilde een zo breed mogelijk medium dat vrijwel 100 % compatible was met de bestaande DVD-ROM spelers en uitermate geschikt voor video-opname en -bewerking. De Alliantie groeide met Mitsubishi/Verbatim, Ricoh, Yamaha, Thomson en Dell, waardoor de naam van de groep kracht bij werd gezet.
Microsoft is in februari 2003 toegetreden tot de DVD+RW Alliantie. Microsoft blijft weliswaar ook andere formaten (zoals DVD-RW en DVD-RAM) ondersteunen, maar ziet DVD+RW nu expliciet als zijn favoriete formaat, zo zegt Philips-woordvoerder Hans Driessen. Microsoft demonstreerde vorig jaar op een conferentie een software-onderdeel van een nieuwe Windows-versie waaruit al bleek dat Microsoft hoogstwaarschijnlijk zou gaan kiezen voor de DVD+RW standaard. Ondersteuning van een bedrijf als Microsoft doet de acceptatie van het DVD+RW formaat goed, een gegeven

waar Philips blij mee zal zijn. Microsoft zegt vooral voor DVD+RW te hebben gekozen vanwege de Mount Rainier techniek, waardoor een herschrijfbare DVD zich laat benaderen als een harde schijf.

Het schrijfproces
Ook bij DVD+RW wordt gebruik gemaakt van Phase Change Technology en worden de gegevens opgeslagen in de gewobbelde groeven, zie figuur 5/20.2-20.



Figuur 5/20.2-20: Het schrijfproces bij een DVD+RW.

DVD-RW, DVD+RW?

Inleiding
Het zal duidelijk zijn dat de toekomst van DVD gezocht moet worden in DVD-RW en/of DVD+RW.
DVD+ en DVD- zijn echter niet met elkaar compatibel en zullen dat naar alle waarschijnlijkheid ook niet worden. Door deze splitsing in de markt is het voor de consument erg lastig geworden om een keuze te maken. Geen van beide standaarden heeft echte voor- of nadelen. Ook is nog niet duidelijk welke van de twee standaarden uiteindelijk zal overblijven.
Het handigste is dus om nu bij de aanschaf van een DVD writer te kiezen voor een Dual Mode DVD brander (zie later). Deze branders kunnen zowel DVD- als DVD+ media beschrijven. Het prijspeil van deze apparaten ligt echter wel wat hoger. Ook kunt u kiezen voor een DVD brander met de standaard die het meest compatibel is met al eerder aange- schafte apparatuur.
Op diverse Internet-sites, bijvoorbeeld deze van het DVD platform, kunt u opzoeken of al eerder gekochte apparatuur compatible is met de DVD- of DVD+ standaard.

Schijfindeling
Het belangrijkste verschil tussen DVD+RW en DVD-RW is de manier waarop de schijf wordt ingedeeld en de bewerking van bestanden die reeds zijn opgenomen.
Bij DVD+RW is de gebruiker vrij om bestanden te overschrijven, te bewerken of geheel of gedeeltelijk te wissen. Dit is niet zo eenvoudig met DVD-RW.
Een DVD+RW is dusdanig geformatteerd dat de schijfindeling het gemakkelijk maakt om zowel kleine bestanden als grote, achtereenvolgende bestanden op te slaan. Dit maakt het DVD+RW formaat geschikt voor gegevensbewerking én consumentenelektronica. DVD+RW schijfjes worden gelezen door veel DVD spelers en apparaten uit de DVD-R, DVD-RAM en DVD+R familie. Maar gegevens kunnen alleen worden opgenomen met speciale branders.
Zowel DVD-RW als DVD+RW maken gebruik van de reeds besprokenPhase Changing Technoloy en hebben een capaciteit van 4,7 GB.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

Het formatteren

Naast verschillen in het schrijfproces zit het belangrijkste verschil in de opnamelaag. Elk opslagformaat heeft zijn eigen, speciale manier van formatteren. Tijdens het formatteren wordt het opslaggebied verdeeld in segmenten en partities. Zo'n indeling is niet eenvoudig te veranderen. Vroeger moesten gebruikers diskettes eerst zelf formatteren voordat ze te gebruiken waren. Dit geldt voor de CD-RW nog steeds. De wijze van formatteren helpt de drive bij het in de kortste tijd vinden van een specifieke plaats of bestand op het opslagmedium of bij het zo efficiënt mogelijk benutten van de opslagruimte. Het formatteren zorgt ervoor dat grote, opeenvolgende bestanden zo snel mogelijk en zonder onderbrekingen worden opgeslagen en teruggevonden. Bij de meeste computertoepassingen is een snelle toegang tot bestanden belangrijk, bij videotoepassingen is echter een hoge doorvoersnelheid van groot belang.

Snelheid

De schrijfsnelheid van een DVD writer wordt uitgedrukt in x-speed waarbij 1-speed gelijk staat aan een dataoverdracht van 1.380 kb/s.
Writers gebaseerd op de DVD+RW technologie hebben momenteel een maximale schrijfsnelheid van 2,4-speed (3.312 kb/s) waarbij het niet uitmaakt of het om een DVD+R of een DVD+RW schijfje gaat. Bij een DVD-RW drive liggen de zaken iets anders: die kan een DVD-R schijfje beschrijven aan maximaal 2-speed (2.760 kb/s) en een DVD-RW schijfje slechts aan enkelvoudige snelheid. Natuurlijk mag u in de toekomst rekenen op steeds hogere brandsnelheden voor DVD-writers en de eerste 4-speed modellen zijn dan ook al aangekondigd.

Buffer underrun

Een moderne CD brander bevat standaard technologie voor het opvangen van buffer underruns, om zo te voorkomen dat de CD's onbruikbaar worden. Deze technologie houdt in dat er een buffergeheugen aanwezig is, waarin de te schrijven gegevens worden opgeslagen. Het schrijven gebeurt vanuit dit geheugen. Het systeem moet er voor zorgen dat het buffergeheugen altijd goed gevuld is. Raakt de buffer om de een of andere reden leeg, dan stopt de gegevensstroom naar de brander en treedt de beruchte “Buffer Underrun” foutmelding op. Aangezien alle DVD writers ook CD schijfjes kunnen branden, zien we deze techniek ook bij deze apparaten terug. Het is echter de vraag in hoeverre dit ook voor DVD's noodzakelijk is. Bij de DVD-RW schijfjes blijkt dit zonder meer het geval. Voor de DVD+RW drives liggen de zaken echter iets anders. Hier wordt namelijk gewerkt met de zogenoemde Lossless Linking Technologie, waarmee gegevens op elke willekeurige plek (random) op de schijf geschreven kunnen worden. Het probleem van buffer underrun is hier dus niet van toepassing, omdat het systeem de draad van het schrijven altijd weer weet op te pakken.

EasyWrite

Met de DVD+RW techniek is het mogelijk gebruik te maken van EasyWrite, al ondersteunen momenteel niet alle DVD+RW drives deze functie. Als een DVD speler EasyWrite ondersteunt, kan de DVD gebruikt worden als een soort harde schijf. Aparte brandprogramma's zijn dan niet meer nodig.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

Conclusie
De voor alle betrokkenen, of het nu fabrikanten, leveranciers of gebruikers zijn, interessante vraag welk DVD formaat uiteindelijk succes zal hebben, kan aan de hand van de huidige stand van zaken jammer genoeg niet worden beantwoord. Een algemene industriële standaard kan immers moeilijk met de belangen van de betreffende fabrikanten worden verenigd. Of het DVD-RAM, DVD-R/RW of DVD+R/RW zal worden, wordt in de nabije toekomst door de gebruiker bepaald. Ondanks het feit dat men in staat is kleine verschillen tussen de technologieën van de verschillende formaten te herkennen, zijn deze verschillen niet zo duidelijk dat men op grond hiervan een duidelijke favoriet zou kunnen kiezen.
De vertegenwoordigers van de DVD-R/DVD-RW mikken met hun General en Authoring varianten op de professionele én de consumenten markt. Met General proberen zij de eindgebruikers voor zich te winnen en met Authoring wenden zij zich tot de professionals. De zeer late introductiedatum van DVD+RW stations zou de verspreiding van DVD-RW eveneens gunstig kunnen beïnvloeden: terwijl de eerste DVD-RW recorders al geruime tijd in de winkel stonden, werden van de DVD+RW stations de eerste exemplaren uitgeleverd.
Bekijkt men echter anderzijds de bij DVD+RW betrokken ondernemingen (Philips, Sony, Yamaha, Ricoh, Microsoft) en hun stelling met betrekking tot de betreffende markten, dan zou het ook heel goed kunnen dat het uiteindelijk het DVD+RW formaat is dat doorbreekt. Het is namelijk de bedoeling dat deze technologie zowel in PC stations als in videorecorders wordt toegepast. Vanwege zijn specificatie (continue datastroom) is DVD+RW met name zeer geschikt voor videorecorders. Bovendien beloven de fabrikanten voor DVD+RW een volledige compatibiliteit met de actuele DVD-ROM stations.

Dual mode recorders

Inleiding
Sony pakt het, zoals vaak, slim aan en bracht in januari 2003 een DVD recorder op de markt die beide systemen aankan. Dit apparaat leest en schrijft alles. Het voordeel van deze recorder is de absolute eenvoud van de bediening.

De RDR-GX7
Dit nieuwe model kan zowel op DVD-RW en DVD+RW als op DVD-R opnemen, waardoor het compatibel is met de meeste conventionele DVD-Video spelers op de markt. Daarnaast biedt de RDR-GX7 afspeelmogelijkheid voor DVD-RW, DVD+RW, DVD-R, DVD+R, CD, CD-R en CD-RW. De geavanceerde bedieningsfuncties bieden uitgebreide bewerkingsmogelijkheden, waaronder One Touch Dubbing voor het snel en eenvoudig overzetten van videofilms op DVD. Ondanks zijn uitgebreide functionaliteit is de RDR-GX7 eenvoudig te bedienen dankzij een gebruiksvriendelijke gebruikersinterface (GUI). De opname- en afspeelkwaliteit van het nieuwe model is vergelijkbaar met die van de high-end DVD-Video-spelers van Sony. Het apparaat is voorgesteld in figuur 5/20.2-21.

Tweevoudige RW-compatibiliteit
De RDR-GX7 is de enige DVD recorder die opname op het DVD-RW-, DVD+RW- en DVD-R formaat ondersteunt.

20.2 DVD formaten en hun specificaties



Figuur 5/20.2-21: De RDR-GX7 van Sony.

Hierdoor zitten gebruikers niet langer vast aan een van deze formaten en een optimale afspeelcompatibiliteit is gewaarborgd. De brede keus aan formaten biedt de gebruiker meer vrijheid wat media betreft en een grotere compatibiliteit met andere home entertainment apparatuur.

Bediening
Bij aansluiting van een Digital8 of DV camcorder op de RDR-GX7 via de enkelvoudige i.LINK (DV) interface kunnen alle dub- en bewerkingsfuncties worden aangestuurd via het intuïtieve en interactieve bedieningssysteem van de DVD recorder. De geavanceerde dubfunctie stelt u in staat zowel een volledige band als delen daarvan eenvoudig op een schijfje over te zetten. Door middel van One Touch Dubbing kan de inhoud van een band met slechts één druk op de knop worden overgebracht. Program Edit en Advanced Program Edit bieden nog meer flexibele bewerkingsfuncties, waaronder het verwijderen van overbodige scènes. Met behulp van deze functies kunt u uw schijfjes indelen zoals u wilt.

Indrukwekkende beeldkwaliteit
Door toepassing van een 12 bit, 108 MHz video D/A-omzetter met Noise Shaped Video technologie en Motion Adaptive FNR (Field Noise Reduction) is de afspeelkwaliteit van de RDR-GX7 vergelijkbaar met die van high-end Sony DVD-Video spelers zoals de DVP-S9000ES. Beeldvoorverwerking technologieën zoals pre-FNR en pre-Video Equalizer verbeteren de beeldkwaliteit door ruis te verwijderen, zelfs bij gebruik van analoog bronmateriaal uit archieven. Ook de VBR (Variable Bit Rate) opname voor alle formaten draagt bij aan de uitstekende beeldkwaliteit, met name bij langere opnameperioden.

Gebruiksgemak
Een belangrijk voordeel van de RDR-GX7 is de eenvoudige bediening, waarmee Sony de interactie tussen mens en machine op een hoger plan heeft gebracht. Met behulp van een intuïtieve GUI op uw TV-scherm kunt u eenvoudig titels toevoegen aan DVD-materiaal via de geavanceerde afstandsbediening van de recorder. De GUI stelt u in staat u te

concentreren op het bedienen van de recorder. U kunt een lijst samenstellen van maximaal 99 titels inclusief thumbnail afbeeldingen, waarbij de titels van TV-programma's direct kunnen worden overgenomen van Teletekst.

Vooruitstrevend design

De esthetische aantrekkingskracht van de recorder wordt gewaarborgd door een geavanceerd slank ontwerp en een geborsteld aluminium frontpaneel. Ondanks zijn geavanceerde functionaliteit heeft de RDR-GX7 bijzonder compacte afmetingen.

20.2 DVD formaten en hun specificaties

5/21

CD-uitbreidingen: BD, Blu-ray Disc

Inhoud

5/21.1

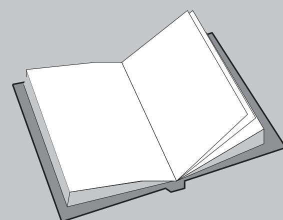
Blu-ray Disc, een introductie

Inleiding

Blu-ray Disc, de opvolger van DVD
Terwijl om de huidige DVD-recordable standaard (+RW, -RW, RAM) nog keihard wordt gevochten hebben negen grote fabrikanten een overeenkomst gesloten over de volgende generatie digitale opslagschijfjes. "Dank zij" de huidige 4,7 GB DVD-recordable chaos (waardoor de consument huiverig is om te kopen) hebben fabrikanten ingezien dat ze beter kunnen samenwerken dat elkaar dwars zitten. Hoewel .... (zie later!).
Niet minder dan 27 GB data op een schijfje van 12 cm met een overdrachtsnelheid van 36 Mb/s, dat biedt deze "Blu-ray Disc" (BD), de opvolger van de DVD. Ter vergelijking: op een gewone CD-ROM past maar 0,7 GB, op een DVD maar 4,7 GB.
De toename van de capaciteit op een schijf met dezelfde grootte als deze van CD en DVD is uiteraard alleen mogelijk als de data nog meer samengeperst wordt op de vierkante centimeter. Dit is mogelijk geworden door een andere kleur laser te gebruiken, namelijk blauw-violet in plaats van het (infra)rood van CD en DVD. De golflengte van de kleur blauw is kleiner dan rood waardoor ook de pit's in de disk kleiner gemaakt kunnen worden. Maar de basistechniek is in feite nog hetzelfde als die van de CD.
De naam Blu-ray is afgeleid van de blauw-violette kleur licht die de laser in de Blu-ray afspeelapparatuur uitstraalt.

Drie "smaken"
Er zullen drie "smaken" Blu-ray Disc's uitkomen. De eerste is Blu-ray rewritable (BD-RE). Hierop kan men opnemen, weergegeven en wissen. Deze standaard is volledig beschreven en de eerste apparaten komen binnenkort op de markt. Daarnaast zullen er read-only (BD-ROM) en recordable (BD-R) disks geproduceerd worden. De BD-ROM zal toegepast worden voor de distributie van hoge definitie speelfilms. De specificaties van deze twee laatste formaten zullen nog voor het derde kwartaal van 2003 vastgelegd worden.

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/7.1
Hoofdstuk 5/7.2
Hoofdstuk 5/7.4
Hoofdstuk 5/17.2
Hoofdstuk 5/20.1



21.1 Blu-ray Disc, een introductie

Voorlopig zult u echter nog geen Blu-ray producten in de Europese winkels zien liggen, aangezien DVD hier nog volop in de groei is.

Opslagcapaciteit

Op een enkelzijdige Blu-ray Disc past, zoals reeds geschreven, ongeveer 27 GB aan informatie. Op zo'n schijfje past maar liefst dertien uur "normale" video en twee uur High Definition TV, een systeem dat maar niet in Europa wil aanslaan, maar bijvoorbeeld in Japan al zeer populair is.

Die populariteit van HDTV via de satelliet is de tweede belangrijke reden voor het ontwikkelen van een nieuwe CD-standaard. Hoe goed de kwaliteit van DVD ook is, de capaciteit van het schijfje is te klein om een normale speelfilm in HD-kwaliteit op te slaan. Bovendien is de overdrachtsnelheid van DVD naar het systeem ook te laag om HDTV te kunnen weergeven. De overdrachtsnelheid van Blu-ray Disc kan volgens de standaard maximaal 36 Mb/s bedragen en dat is meer dan voldoende voor alle op dit moment voorkomende situaties.

Daarnaast is men bezig met het ontwikkelen van dubbelzijdige schijfjes, die een opslagcapaciteit van 54 GB zullen krijgen. Door een verdere reductie van de minimale "pit"-lengte en het nog dichter op elkaar zetten van de track's verwacht men dat de capaciteit op te voeren is tot meer dan 100 GB.

Het Blu-ray Disc logo

Zoals gebruikelijk bij de introductie van een nieuwe techniek heeft men een gestandaardiseerd symbool ontworpen, dat op alle Blu-ray Disc producten zal verschijnen. Dit pictogram is voorgesteld in figuur 5/21.1-1.



Figuur 5/21.1-1: Het Blu-ray Disc pictogram.

De Blu-ray Alliantie

Voor het ontwikkelen van de nieuwe standaard werd de "Blu-ray Alliantie" opgericht door negen groten uit de elektronica-wereld:

- Hitachi;
- LG Electronics;
- Matsushita;
- Pioneer;
- Philips;
- Samsung;
- Sharp;
- Sony;
- Thomson.

Deze Alliantie gaat door het leven onder de naam "BD9C". Inderdaad, de volledige "who-is-who" van de consumentenelektronica wereld is vertegenwoordigd.

Met de steun van deze negen elektronica giganten heeft de Blu-ray Disc schijnbaar de noodzakelijke stevige basis om tot een wereldstandaard uit te groeien. Tot de groep behoren zes bedrijven die zich sterk gemaakt hebben voor de ontwikkeling van de DVD: Philips, Hitachi, Matsushita, Pioneer, Sony en Thomson.

Maar... Een aantal bedrijven dat de DVD-standaard ook ondersteunt, is helaas afwezig. Dat zijn Mitsubishi, AOL Time Warner, JVC en Toshiba. Met name de afwezigheid van Toshiba is opvallend omdat dit bedrijf als een van de

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

belangrijkste drijvende krachten achter de DVD-standaard gezien wordt.
Toshiba heeft al aangekondigd dat het zijn eigen blauwe laser-techniek wil promoten als de opvolger van de DVD. Het feit dat Toshiba niet aangesloten is bij de Blu-ray Disc groep kan er op wijzen dat er mogelijk ook op dit terrein weer een strijd zal plaatsvinden over welk systeem een standaard wordt.

Philips in de eerste linie
Net als bij CD en DVD heeft Philips ook bij de ontwikkeling van deze nieuwe opslagtechnologie een voortrekkersrol vervuld. Philips' topman Kleisterlee zei onlangs op een bijeenkomst "te geloven dat de toekomst van optische opslagmedia er blauw uit zal zien".

Productie van de BD-schijfjes
De massaproductie van de nieuwe BD-schijfjes zal de fabrikanten geen hoofdpijn bezorgen. De machines, die nu DVD-schijfjes uitspuwen, kunnen ook gebruikt worden voor de productie van BD-schijfjes. Bij DVD werkt men met twee polycarbonaat schijfjes met een dikte van 0,6 mm waartussen de reflecterende laag wordt aangebracht. Bij BD werkt men met twee schijfjes van respectievelijk 1,1 mm en 0,1 mm. Daarnaast wordt gewerkt aan een nog goedkoper productieproces, waarbij de laag van 0,1 mm opgedampt wordt. Deze twee productieprocessen worden "BD substrate" en "BD cover layer" genoemd.

Copy protection
Het zal u niet verwonderen dat de ongeneeslijke kwaal van het kopiëren van schijfjes de bedenkers van het BD-systeem slapeloze nachten heeft bezorgd. Hoe te verhinderen dat BD-schijfjes net zo gemakkelijk in uw PC worden gekopieerd als CD's en DVD's? Kwade tongen beweren dat de keuze van een cartridge weinig te maken had met de krasgevoeligheid, maar alles met het kopieerprobleem. Door de cartridge van BD-ROM's iets anders uit de voeren dan deze van BD-RW's kan voorkomen worden dat een gehuurde speelfilm op een Blu-ray ROM-schijfje past in het BD-RW loopwerk dat u binnen vier jaar ongetwijfeld in uw PC hebt zitten. Omgekeerd past een zélf beschreven BD-RW dan niet in een eenvoudige Blu-ray Disc afspeler die dán deel uitmaakt van uw groeiende verzameling huiskamerapparatuur. Kopieerkwaal definitief verholpen. In de officiële literatuur van de BD Alliantie konden wij (uiteraard) geen bevestiging of ontkenning van deze geruchten vinden.
Ook softwarematig zijn uiteraard de nodige voorzieningen tegen kopiëren getroffen. Voor de "pre-recorded" BD-ROM's (films op Blu-ray Disc) zal gebruik worden gemaakt van een systeem dat "TBD" heet. Voor de BD-RW's is "BD-CPS" voorgeschreven. Beide systemen verhinderen het bit-by-bit copiëren van de inhoud van de schijf. Nadere gegevens over deze systemen zijn op dit moment niet op het Internet te vinden.
Tot slot ligt er een voorstel om aan iedere Blu-ray Disc een uniek nummer toe te kennen, het "BD-ID". In de op het schijfje opgenomen gegevens wordt naar dit ID gerefereerd. Maakt iemand een kopie, dan komt het ID van het kopieschijfje niet meer overeen met het ID waar de software naar verwijst.

Algemene specificaties
Tot slot van deze inleiding een overzicht van de algemene specificaties van het Blu-ray Disc systeem:

- opname capaciteit enkelzijdig: 23,3, 25,0 of 27 GB
- opname capaciteit dubbelzijdig 46,6, 50,0 of 54 GB
- golflengte: 405 nm, blauw-violet
- numerieke apertuur: 0,85
- data-transfer rate: 36 Mb/s
- diameter schijf: 120 mm
- dikte schijf: 1,2 mm
- beschermingslaag: 0,1 mm
- afmetingen cartridge: 129 x 131 x 7 mm
- tracking pitch: 0,32 µm
- kortste pit-lengte: 0,160, 0,149 of 0,138 µm
- opname systeem: phase change recording
- track formaat: on-groove recording
- video formaat: MPEG2 video
- audio formaat: PCM, Dolby Digital, AC3, MPEG1 Layer2
- data rate audio: Dolby Digital: 32 tot 384 kb/s PCM: 2,3 Mb/s @ 24 bit
- data multiplexing systeem: MPEG2 transport stream

Het optisch systeem

Inleiding

De huidige generatie CD's en DVD's maakt gebruik van een infrarode of een rode laser. Deze typen hebben een golflengte van 780 tot 650 nm. Blauw-violette lasers hebben met 405 nm een kortere golflengte. Hierdoor is het mogelijk om gedetailleerdere groeven te branden en deze dichter bij elkaar op de schijf te zetten. Dat betekent dat er meer informatie op de schijf opgeslagen kan worden.

De blauw-violette laser

Het nadeel van het systeem is het hoge prijskaartje dat nu nog aan de techniek hangt. De aanvankelijke prijs van zo'n € 1.000,00 voor één blauw-violette laserdiode is weliswaar flink gezakt, maar de nog steeds peperdure onderdelen maken het onmogelijk om de techniek nu al toe te passen in betaalbare consumentenelektronica.

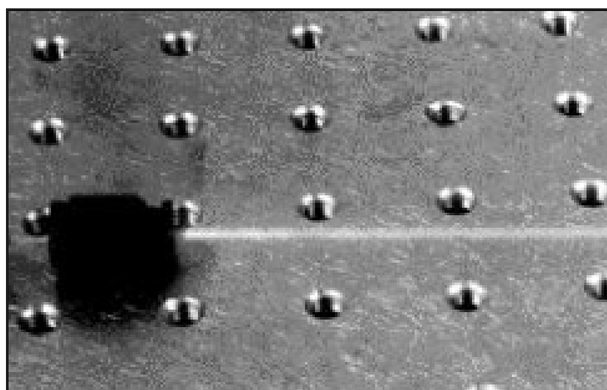
Het Japanse elektronicabedrijf Nichia speelt een belangrijke rol bij de vervaardiging van de toegepaste blauw-violette lasers. Sony heeft namelijk met Nichia een overeenkomst afgesloten met als doel de massale en goedkope productie van de noodzakelijke laserdioden mogelijk te maken. De ontwikkeling van de laser startte in juni 2002. In de lente van 2003 kwam de productie goed op gang.

Er bestaan twee systemen om blauw-violette laserdioden te maken. Nichia maakt gebruik van gallium-nitride (GaN) als halfgeleidermateriaal. Een tweede technologie maakt gebruik van wat "second harmonics generation" laser's (SHG) wordt genoemd. Matsushita is deze technologie aan het perfectioneren. Deze laser's hebben echter een golflengte van 425 nm.

Een groot probleem is het in stand houden van he t vrij grote vermogen van 30 mW dat nodig is voor het beschrijven van BD-RW's. Dergelijke vermogens zijn wel haalbaar, maar door verouderingsverschijnselen gaat het vermogen van de

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

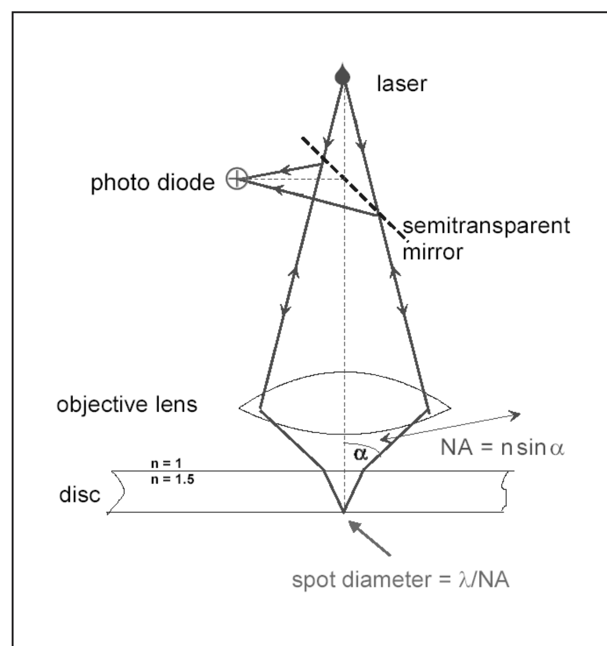
laser's snel achteruit. Zowel Nichia als Matsushita beweren dat deze problemen opgelost zijn op het moment dat het Blu-ray Disc systeem massaal in de winkels ligt.
Beide fabrikanten denken dat de stukprijs daalt tot ongeveer US$ 8,10 op het moment dat de massa-productie goed op gang komt.
In figuur 5/21.1-2 is de door Nichia ontwikkelde blauw-violette laser voorgesteld in een 1*1 mm^2 patroon.



Figuur 5/21.1-2: De door Nichia ontwikkelde miniatuur laser voor Blu-ray Disc toepassingen.

Even wat theorie

Het voordeel van de korte golflengte van blauw-violette laser's kan alleen maar uitgebuit worden als er speciale maatregelen worden getroffen bij de constructie van het schijfje. Om de details van de constructie van een Blu-ray Disc te begrijpen moeten we even wat achtergronden over de algemene werking van optische registratie van gegevens herhalen. In figuur 5/21.1-3 is de principiële werking van CD's, DVD's en nu dus ook BD's weergegeven. Een laser zendt een dunne straal licht loodrecht naar het schijfje. Die bundel gaat echter eerst door een half transparante spiegel. Via een objectieflens wordt het licht gefocusseerd op de reflecterende laag op het schijfje. Die laag zit echter aan de onderzijde van de schijf. De straal gaat dus eerst door het materiaal van de schijf. Hierbij moet men rekening houden met de brekingshoek als het licht van de lucht overgaat in het transparante materiaal waaruit het schijfje is gemaakt. In feite wordt de lichtbundel twee maal afgebogen: één maal in de lens en één maal bij het binnendringen van de schijf.



Figuur 5/21.1-3: De principiële werking van CD, DVD en BD.

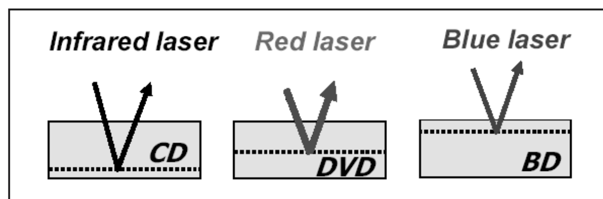
De reflecterende laag aan de onderzijde van het schijfje is voorzien van putjes (CD-ROM) of van iets minder reflecterende minuscule pit's (CD-R, CD-RW). Het gevolg is dat de lichtstraal niet altijd volledig wordt teruggekaatst naar boven. Op deze manier wordt de lichtstraal gemoduleerd met de gegevens die in het schijfje zijn geperst (CD-ROM) of gebrand (CD-R, CD-RW). De met gegevens

“gevulde” lichtstraal gaat weer naar de lens en vandaar naar de half transparante spiegel. Het gereflecteerde licht wordt hier onder een hoek van 45° afgebogen en valt in op de foto-diode, die de digitale informatie uit de lichtstraal bevrijdt.

De spotdiameter bepaalt de opslagcapaciteit

Het zal duidelijk zijn dat de diameter van de lichtbundel (de spot) die op de reflecterende laag invalt de opslagcapaciteit van de schijf volledig bepaalt. Immers, hoe kleiner de diameter van de spot, hoe dichter de windingen van het gegevensspoor naast elkaar kunnen liggen en hoe kleiner de minimale pit-lengte is die nog wordt gedetecteerd. De minimale diameter van de spot wordt op zijn beurt bepaalt door de golflengte van het licht en door een belangrijke eigenschap van de lens die “numerieke apertuur” NA wordt genoemd. Bovendien speelt de brekingsindex van het materiaal van de schijf ook een rol. De drie genoemde factoren stellen de fysische grenzen vast waaraan de schijfjes moeten voldoen.

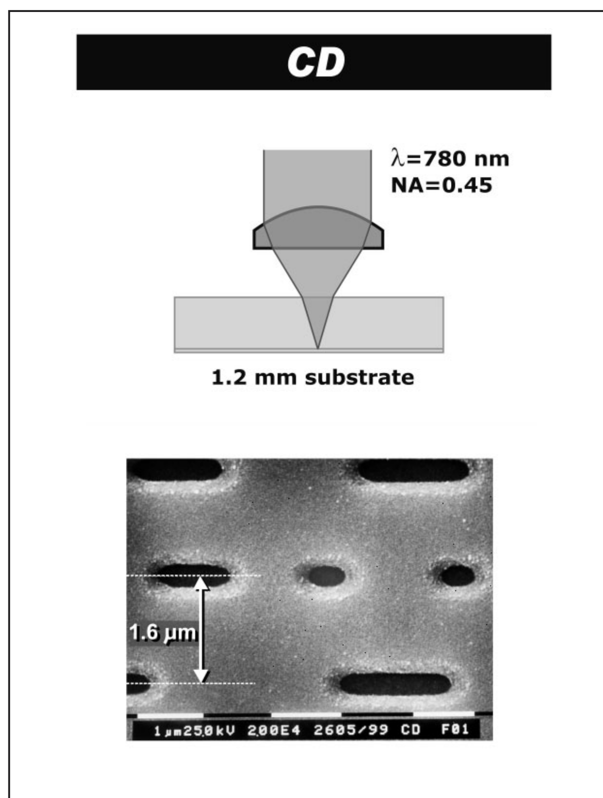
Zoals uit figuur 5/21.1-4 blijkt, zijn alle schijfjes van CD, DVD en BD 1,2 mm dik. Maar daar houdt de overeenkomst op! Bij een CD-schijfje ligt de reflecterende laag ***aan de onderzijde*** van de schijf. De lichtstraal gaat dus twee keer door 1,2 mm kunststof. Bij een DVD-schijfje ligt de reflecterende laag ***in het midden*** van de schijf. Nu gaat de lichtbundel twee keer door 0,6 mm kunststof. Bij een BD-schijfje ligt de reflecterende laag ***aan de bovenzijde*** van de schijf. Een en ander is samengevat in figuur 5/21.1-4 en wordt voorgeschreven door de relatie tussen de genoemde factoren golflengte, NA en brekingsindex.



Figuur 5/21.1-4: Als gevolg van de relatie tussen golflengte, numerieke apertuur en brekingsindex ligt de reflecterende laag bij CD, DVD en BD niet op dezelfde plaats.

De situatie bij CD

De situatie bij een CD is geschetst in figuur 5/21.1-5.



Figuur 5/21.1-5: Het lichtgeleidingssysteem bij een CD.

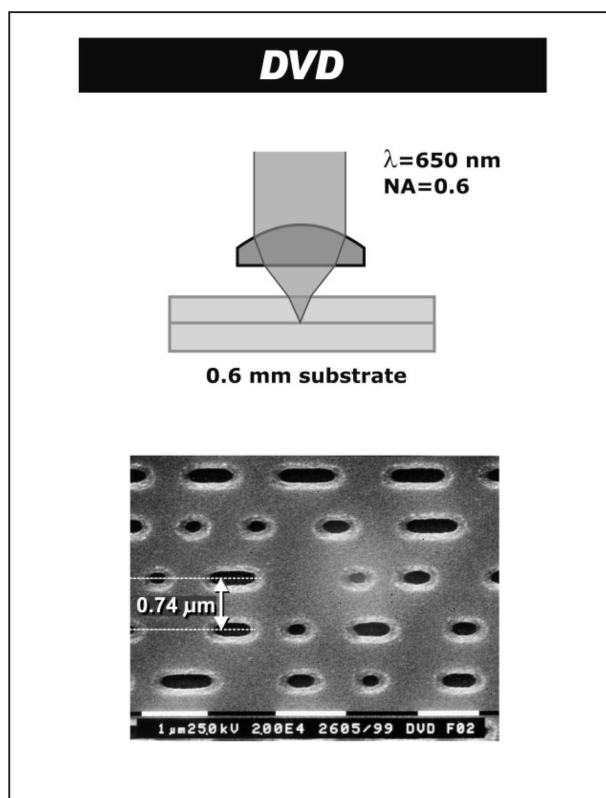
De infrarode laser heeft een golflengte van 780 nm en de lens een numerieke apertuur van 0,45. Het gevolg is dat de lichtspot volledig gefocusseerd wordt op

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

de reflecterende laag als deze 1,2 mm "diep" zit. Dat is de enige reden waarom men de dikte van een CD- schijfje op 1,2 mm heeft vastgesteld: het kwam optisch het beste uit. De toegepaste golflengte van het licht en de NA van de lens hebben tot gevolg dat de lichtspot op het reflecterend oppervlak een diameter van ongeveer 1µm heeft. Men kan dus de windingen van de gegevensspiraal 1,6 µm naast elkaar leggen zonder dat de spot in de verleiding komt twee naast elkaar gelegen windingen uit te lezen.

De situatie bij DVD

Deze is geschetst in figuur 5/21.1-6. Nu wordt gebruik gemaakt van een rode laser met een golflengte van 650 nm en een lens met een numerieke apertuur van 0,6.

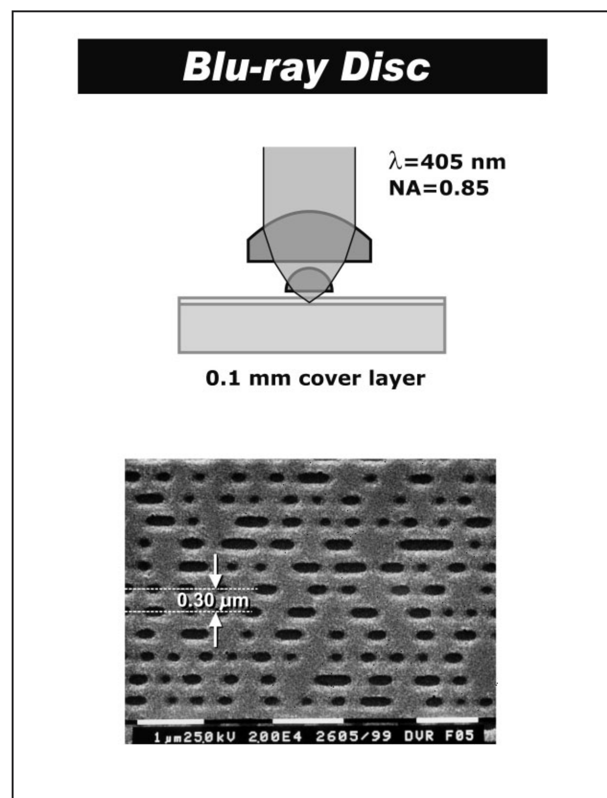


Figuur 5/21.1-6: De situatie bij een DVD-schijfje.

Dat, samen met de brekingsindex van het materiaal van het schijfje, heeft tot gevolg dat de spot tot één punt wordt gefocusseerd op een vlak dat 0,6 mm onder het oppervlak van het schijfje ligt. De reflecterende laag moet dus precies in het midden van het 1,2 mm dikke schijfje worden opgenomen. Vanwege de lagere golflengte en de hogere NA is de diameter van de spot veel kleiner. De spiralen liggen nu 0,30 µm uit elkaar, de minimale pit-lengte is gereduceerd tot 0,4 µm.

De situatie bij BD

De situatie bij DB is geschetst in figuur 5/21.1-7.



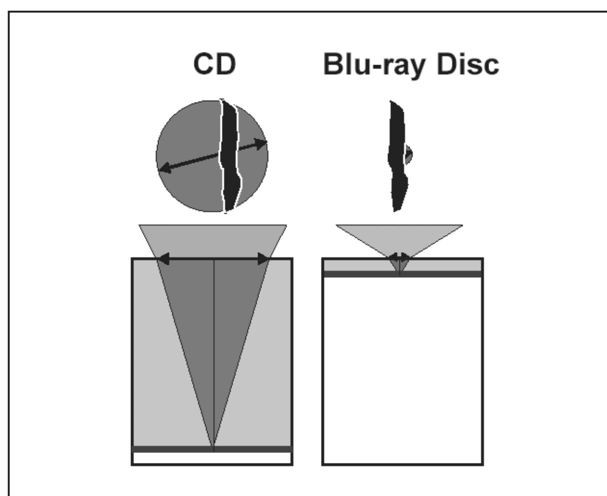
Figuur 5/21.1-7: Het lichtgeleidingssysteem bij een BD.

Om een zo klein mogelijke lichtspot te verkrijgen is de lens ingewikkelder van constructie en heeft een numeriek aper-

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

tuur van 0,85. Het brandpunt ligt nu 0,1 mm onder de oppervlakte van het schijfje. De afstand tussen de windingen is gereduceerd tot 0,30 µm, de minimale pit-lengte bedraagt 0,15 µm.

Gevolgen voor het BD-schijfje
De door de fysica opgelegde constructie van een BD-schijfje heeft een paar onaangename praktische consequenties.
Op de eerste plaats gaat de bij CD veelgeroemde ongevoeligheid voor krassen volledig verloren. Hoe dat komt is voorgesteld in figuur 5/21.1-8.



Figuur 5/21.1-8: Verklaring van de grote krasgevoeligheid van een BD-schijfje.

De lichtspot heeft bij een CD, op het moment dat hij het oppervlak van het schijfje bereikt, een vrij grote diameter (links). Een kras is dus veel smaller dan de diameter van de spot en het licht vervolgt, iets verzwakt, zijn weg naar de reflecterende laag. Bij een BD-schijfje (rechts) is de diameter van de bundel al heel klein. Het gevolg is dat een kras de dunne straal volledig afschermt en dat deze niet doordringt tot de reflecterende laag.

Op de tweede plaats is een Blu-ray Disc, om dezelfde redenen, veel gevoeliger voor stofjes en vingervlekken op het oppervlak.

Het gebruik van een cartridge
Men kan dit probleem oplossen door de toplaag met een dikte van 0,1 mm uit een zeer krasvaste kunststof te maken. Maar dan nog is het probleem van de gevoeligheid voor stof en vingervlekken niet opgelost. Vandaar dat men heeft besloten de BD-schijfjes niet los op de markt te brengen, zoals dat wél het geval is bij CD en DVD, maar opgesloten in een cartridge. In principe dus dezelfde constructie als toegepast bij diskettes. Hoe een BD-schijfje er in de praktijk uitziet is voorgesteld in de figuren 5/21.1-9 en -10. Figuur 5/21.1-9 geeft de uitvoering die door Sony wordt aangeboden. De BD-schijf zit opgesloten in een verzegelde kunststof cartridge, voorzien van een transparant leesvenster. Figuur 5/21.1-10 geeft een BD-schijfje van Panasonic. Ook nu zit de schijf in een kunststof cassette, maar de bovenzijde is volledig transparant.

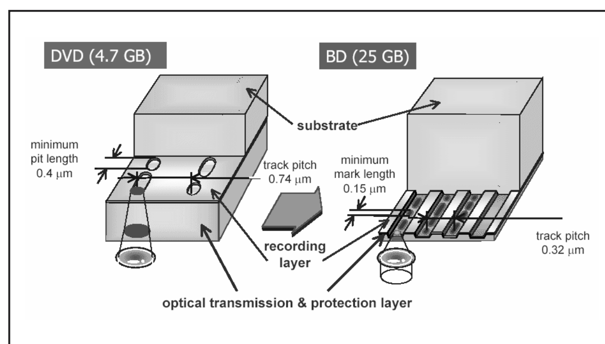


Figuur 5/21.1-9: De Sony-uitvoering van een BD-schijfje in een cartridge.

21.1 Blu-ray Disc, een introductie



Figuur 5/21.1-10: De uitvoering die door Panasonic op de markt wordt gebracht.



Figuur 5/21.1-11: De samenstelling van en BD-schijfje vergeleken met deze van een DVD-schijfje.

De samenstelling van de BD-schijf

In figuur 5/21.1-11 word de samenstelling van een BD-schijf vergeleken met deze van een DVD-schijf. Let op het feit dat de laserstraal aan de onderzijde binnentreedt! Naast het verschil in de positie van de transparante laag valt nog een wezenlijk verschil op. Bij de BD-schijfjes worden de “groeven” van de data-spiraal gestanst in de oplaag van 0,1 mm. Bij CD en DVD is dat niet het geval en wordt de geometrie van het gegevensspoor alleen vastgelegd door de opeenvolging van de pit’s die een spiraalvormig verloop heeft. Een en ander heeft te maken met de eisen die gesteld worden aan het systeem dat het optisch aftastmechanisme op het dataspoor gericht houdt. Bij BD is dit spoor zo smal en liggen de groeven zo dicht op elkaar dat dit mechanisch ingestanst patroon helpt om de laser keurig op de spiraal gericht te houden.

Blu-ray Disc recording

Inleiding

Het zal duidelijk zijn dat een nieuwe standaard voor de opslag van data geen kans heeft als niet meteen ook het opnemen en wissen wordt gestandaardiseerd. Dat is bij Blu-ray Disc goed geregeld. Het gebruik van PCR-technologie geeft de mogelijkheid tot zowel het eenmalig opnemen (Write Once) als het meermaals opnemen/wissen (Rewritable).

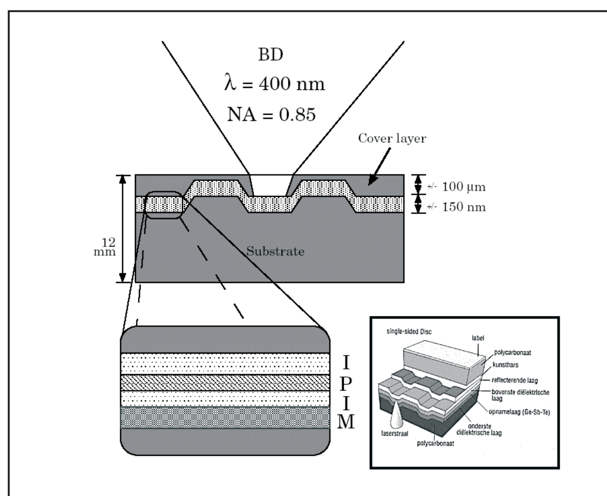
Phase Change Recording, PCR

Bij deze manier van wegschrijven van gegevens is de onderlaag transparant met daarin geïntegreerde opname- en relfectielagen. Deze techniek wordt ook bij de herschrijfbare DVD toegepast en is dus bekend terrein voor de fabrikanten. Een doorsnede door een rewritable Blu-ray Disc is getekend in figuur 5/21.1-12.
De recorderlaag bestaat uit een sandwich van vier uiterst dunne lagen, die de “IPIM layer stack” wordt genoemd. Deze opnamelaag is uit vier delen opgebouwd, van boven naar onder:

- de eerste diëlektrische interferentie laag I;
- de phase change laag P;
- de tweede diëlektrische interferentie laag I;

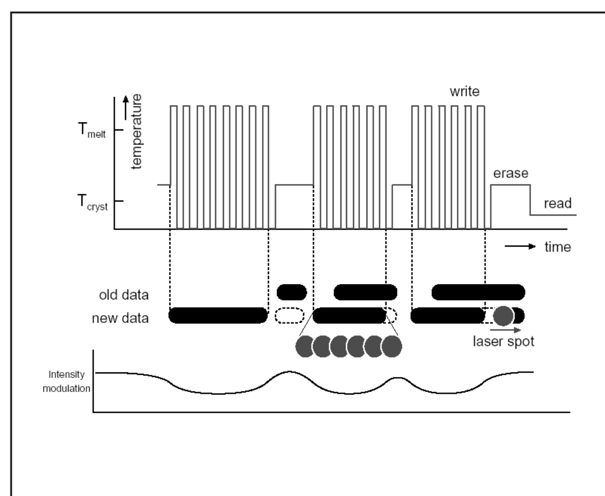
21.1 Blu-ray Disc, een introductie

– de koelende metalen laag M.



Figuur 5/21.1-12: De samenstelling van een rewritable Blu-ray Disc.

Let op dat deze vier lagen gezamenlijk maar 150 nm dik zijn!
De werking berust op het natuurkundige gegeven dat men door middel van opwarming de eigenschappen van de P-laag dramatisch kan veranderen. In de ene toestand is zij tamelijk reflecterend, in de andere toestand reflecteert zij minimaal.
Het wis- en brand-proces noemt men “multi-pulse recording”. Als de laser met een zwakke straal de phase change laag P verhit tot ongeveer 200 °C dan worden de zich daarin bevindende atomen kristallijn geordend. Dit heeft tot gevolg dat het materiaal de maximaal haalbare reflectiegraad bereikt.
Koelt het medium nu langzaam af dan blijft deze toestand behouden. Bij de tweede “arbeidsgang” wordt de laserstraal aanzienlijk versterkt, zodat de P-laag tot maximaal 700 °C wordt verhit. De door deze hitte in beweging gezette atomen van de phase change laag P worden hierdoor in “wanordelijke” toestand gebracht. Men noemt dit de amorfe toestand. De twee diëlektrische lagen en de metalen laag onttrekken de in de legering ontstane warmte en na afkoeling blijft deze amorfe toestand bewaard. Het reflectievermogen neemt op dat moment sterk af.
De op deze manier verkregen gebieden van hoge en lage reflectiegraden komen overeen met de volgorde van de “pit’s” en “land’s” op normale CD’s die de digitale informatie bevatten.
Om oververhitting van de P-laag te verhinderen wordt de laser gemoduleerd, dus aan- en uitgeschakeld. Het proces is voorgesteld in figuur 5/21.1-13. U ziet duidelijk hoe de nieuwe gegevens worden geschreven met een sterke laserstraal (write) en hoe de te wissen oude gegevens worden gewist met een veel zwakkere straal (erase). Ter verduidelijking staat in de grafiek ook nog eens aangegeven met wat voor intensiteit de gegevens worden gelezen (read). De intensiteit van de laser wordt bij het lezen dus tot een minimale waarde teruggebracht.



Figuur 5/21.1-13: Het wissen en beschrijven van een rewritable Blu-ray Disc met een hoogvermogen schrijflaser.

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

De Sony Blu-ray Disc recorder BDZ-S77

Sony is de eerste fabrikant die een Blu-ray Disc recorder op de markt heeft gebracht. Hoewel, “op de markt”, tot nu toe (augustus 2003) is het apparaat alleen op de Japanse markt verkrijgbaar. Met een prijs van US$ 4.000,00 wordt het apparaat vást geen succes. Maar dat hoeft in dit stadium nog niet, de bedoeling van Sony zal eerder zijn het zoveelste bewijs te leveren van haar technische suprematie en van haar capaciteit om razendsnel nieuwe technologieën productierijp te maken. Bovendien worden dergelijke primeurs vaak gebruikt om een nieuwe vormgeving uit te testen.

De BDZ-S77, zie figuur 5/21.1-14, is een fors apparaat (14 kg!) dat er inderdaad alles behalve standaard uitziet. Onder de grote, schuin gemonteerde voorklep zitten alle bedieningsknoppen en schakelaars.



Figuur 5/21.1-14: De Sony BDZ-S77 Blu-ray Disc recorder.

De specificaties van het apparaat zijn:

- speelt BD’s, Video-CD’s, DVD’s, DVD-R/RW’s en CD’s af;
- neemt video op enkelzijdige Blu-ray Disc’s op met een capaciteit van maximaal 23 GB;
- zet het video-signaal in real time om in MPEG-2;
- opnametijd
  1.080 lijnen High Definition:
    2 uur met 24 Mb/s
  720 lijnen:
    2 uur met 24 Mb/s
  480 lijnen:
    4 uur met 12 Mb/s
  480 lijnen interlaced:
    4,4 uur met 11 Mb/s
- HF-tuner voor Japanse terestrische norm en SAT-TV
- dynamisch bereik:
  DVD: 108 dB
  CD: 100 dB
- afmetingen 43 x 13,5 x 398, cm
- gewicht 14 kg

Het apparaat is voorzien van een paar moderne snufjes die met ronkende namen en met hoofdletters worden verkondigd: “Motion Adaptive Field Noise reduction”, “Block Noise Reduction” en “Video Equalizer Technology”. De ingebouwde firmware zorgt voor snelle zoekalgoritmen naar lege sectoren op de schijf en heeft een “tumbnail”-functie, waarmee u de inhoud van de diverse opnames overzichtelijk kunt bekijken.

Tot slot bevat het apparaat een tuner voor het verwerken van de in Japan reeds te ontvangen High Definition TV (HDTV) satelliet-programma’s.

Prototypes

Op diverse beurzen in het najaar van 2002 en het voorjaar van 2003 hebben andere leden van de Alliantie prototypes van Blu-ray Disc recorders voorgesteld:

- Hitachi (figuur 5/21.1-15);
- Victor (figuur 5/21.1-16);
- Panasonic;
- Philips (figuur 5/21.1-17);
- Pioneer;
- Samsung;
- Sharp;
- Zenith.

21.1 Blu-ray Disc, een introductie



Figuur 5/21.1-15: Een BD-recorder prototype van Hitachi.



Figuur 5/21.1-16: Een BD-recorder prototype van Victor.



Figuur 5/21.1-17: Een BD-recorder prototype van Philips.

Helaas doen deze bedrijven geen uitspraken over de introductie van hun speeltjes op de diverse wereldmarkten. Het blijft bij vage geruchten als “ergens in de loop van 2004”.

Van 12 cm naar 3 cm!

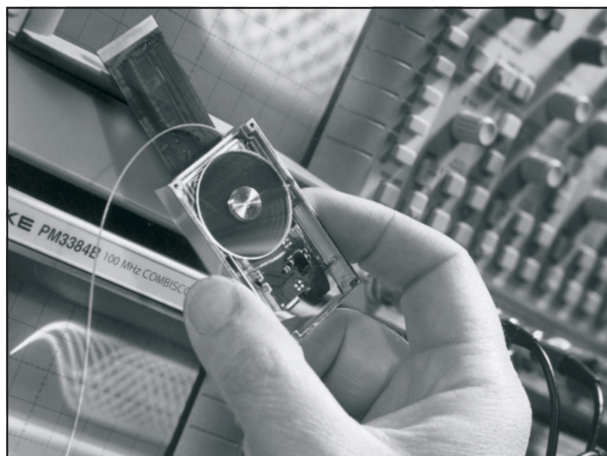
Small Form Factor
Optical Storage SFFO

De markt voor draagbare apparaten groeit! Het onderzoekbureau Gartner verwacht dat er in 2005 wereldwijd meer dan een miljard draagbare video-spelers, MP3-spelers, telefoons, PDA’s, notebooks, digitale camera’s en camcorders worden verkocht. Al die apparaten zullen steeds kleiner worden en steeds meer mogelijkheden krijgen. Eén gemeenschappelijk kenmerk is de aanwezigheid van een geheugensysteem. Tot nu toe heeft ieder draagbaar apparaat dat op de markt komt een eigen data-drager, met als gevolg dat de moderne consument tientallen verschillende soorten geheugenkaartjes en -cartridges in voorraad moet houden. Een kleine, goedkope, universele, gebruiksvriendelijke en verwijderbare data-drager zou op dit gebied een ware revolutie betekenen.

Welnu, misschien is Philips bezig deze revolutie te ontketenen!

Op basis van de Blu-ray Disc technologie heeft Philips, helemaal alleen, het SFFO-systeem ontwikkeld. Dit systeem, in de wandelgangen “Portable Blue” genoemd, maakt gebruik van schijfjes met een diameter van slechts 3 cm. Dit kleinood heeft aan beide kanten een opslagcapaciteit van maximaal 4 GB. De eerste versies van het schijfje zijn in staat 1 GB op te slaan op beide zijden. Door meerdere opslaglagen aan te brengen, zoals

ook bij DVD's wordt gedaan, is de opslagcapaciteit echter snel te verdubbelen naar 4 GB. Daar kunt u dus duizenden foto's op kwijt, een stuk of vijf DivX-films en honderden MP3's.
Het loopwerk waarin de schijfjes passen, is slechts 34 mm breed, 56 mm lang en 7 mm dik, zie figuur 5/21.1-18. Deze kleine afmetingen zijn een gevolg van de toepassing van een plastic lens in plaats van de huidige glazen lens en van een nieuw ontwikkeld optisch systeem.



Figuur 5/21.1-18: Een prototype van de eerste SFFO-drive van Philips.

Nu nog de wereld overtuigen

Philips heeft al vaker sensationele producten ontwikkeld, die bij gebrek aan wereldwijde ondersteuning (of zelfs door regelrechte tegenwerking) een roemloze dood zijn gestorven. Denk maar aan Video 2000, CD-I en de Philips homecomputer. Gaat dit met dit nieuwe revolutionaire product ook gebeuren? Philips heeft in het voorjaar van 2003 een presentatie in Japan georganiseerd om sceptici ervan te overtuigen dat de nieuwe schijfjes straks werkelijk in staat zijn 4 GB op te slaan op een oppervlak van ongeveer zeven vierkante centimeter. Bij deze presentatie werd het apparaatje als een echt juweel gepresenteerd, zie figuur 5/21.1-19.

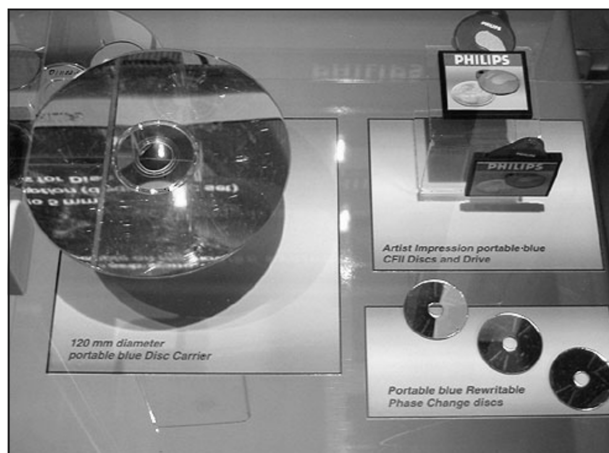


Figuur 5/21.1-19: De eerste presentatie van de SFFO-drive in Japan.

De 3 cm schijfjes

Een SFFO-schijfje is even dik als een DVD, maar de laag waar de data wordt opgeslagen heeft de Blu-ray Disc dikte van 0,1 millimeter. Bij een DVD is dat 0,6 millimeter. Volgens Philips verkleint dit de kans op afspeelproblemen als het apparaat wordt bewogen, bijvoorbeeld bij het lopen of rennen met het draagbare apparaat. Draagbare DVD-spelers hebben hier last van.
Figuur 5/21.1-20 geeft een mooie vergelijking van de afmetingen van een hedendaagse CD (links) en de afmetingen van de SFFO-schijfjes (rechts).
Volgens Wayne Fletcher, Philips' woordvoerder van het onderzoekscentrum in Southampton, komen de eerste schijfjes binnen twee jaar op de markt. Chris Buma, hoofd van de in Eindhoven gevestigde Optical-divisie, stelt dat de produktiekosten niet hoger liggen dan "een paar Euro-cent" per schijfje. De prijs van de recorder/player zou bij introductie niet meer dan € 110,00 bedragen.

21.1 Blu-ray Disc, een introductie



Figuur 5/21.1-20: Vergelijking van de afmetingen van een 120 mm CD en een 30 mm SFFO.

Blu-ray in de PC

Inleiding
Het zal natuurlijk geen verbazing wekken dat de immens grote opslagcapaciteit van Blu-ray Disc heel interessant is voor de automatiseringswereld. De bestaande technologieën van magnetische en optische opslag van gegevens bereiken hun fysische grenzen, zowel wat betreft data-opslag (9,1 GB) als transfer-rate. Ook hier lonkt de blauw-violette laser!

Sony's BW-F101
Blu-ray Disc PC-Writer SCSI
Als eerste producent ter wereld heeft Sony op 10 april 2003 een Blu-ray Disc PC-Writer op de markt gebracht. Met deze recorder is het mogelijk maximaal 23 tot 27 GB aan informatie op een enkel schijfje te plaatsen. Dat is vier- tot vijfmaal zo veel als standaard DVD-recorders momenteel aankunnen.
Het apparaat, zie figuur 5/21.1-21, ziet er uit als een normale 5.25 inch CD- of DVD-recorder. Het enige verschil is dat de te beschrijven, te lezen en te wissen schijfjes in een cartridge zitten.



Figuur 5/21.1-21: De eerste Blu-ray Disc PC reader/recorder voor gebruik in de PC-omgeving.

Deze Blu-ray Disc recorder zal verkocht worden voor een prijs van ongeveer € 3.500,00. Een stevige prijs, iets dat door Sony ook wordt toegegeven. De BW-F101 wordt dan ook vooral gezien als "proefmodelletje". De verwachting is dat Sony pas in 2005 met modellen op de markt komt waarmee het concern echt geld zal gaan verdienen. De beschijfbare Blu-ray schijfjes worden op dit moment aangeboden voor € 45,00.
De opslagcapaciteit van een schijfje bedraagt volgens Sony 23,3 GB. De transfer-rate van het apparaat bedraagt maximaal 9 Mb/s, zodat een schijfje in ongeveer 45 minuten is volgeschreven. Het apparaat communiceert met de PC via een Ultra-Wide-160-SCSI-Interface.
Deze interface werd gekozen vanwege de hoge transfer-rate van de data-overdracht. Een normale IDE-interface laat het hier afweten. Nadeel is wél dat de meeste PC's niet standaard met een SCSI-interface zijn uitgerust en dat er

dus extra in hardware moet worden geïnvesteerd.
De BW-F101 ondersteunt, wat uitlezen betreft, Blu-ray Disc, DVD Video, DVD-ROM, DVD-R/RW, CD-ROM, CD-Text, CD-Extra, CD-DA, CD-I, CD-ROM XA, Mixed-Mode CD, Photo-CD en Video-CD. De driver-software werkt samen met Windows 98 Second Edition, Windows 2000, Windows 2000 Professional en Windows Milennium.

Verkrijgbaarheid
Op dit moment (augustus 2003) wordt de BW-F101 alleen op de Japanse markt aangeboden. Wanneer het apparaat wereldwijd beschikbaar komt is nog niet duidelijk.

Software support ontbreekt
Een tweede probleem is dat de bekendste brander-applicaties, zoals Nero Burning ROM en Easy CD, het Blu-ray Disc formaat nog niet ondersteunen. Dat zal ook wel even zo blijven, want dergelijke software-ontwikkelaars zijn alleen geïnteresseerd in uitbreiding van hun software als een systeem wereldwijd ter beschikking staat. Sony levert bij het apparaat een eigen mastering-programma.

Blu-ray Disc File System Developer Toolkit
Maar, die ontbrekende software-support zal niet lang op zich laten wachten! Door het Amerikaanse bedrijf Software Architects Inc. wordt een Toolkit op de markt gebracht, waarmee software ontwikkelaars heel snel het Blu-ray Disc formaat in een Windows-applicatie kunnen integreren. Dit formaat is namelijk absoluut niet te vergelijken met het Universal Disc Format (UDF), waarmee DVD-recorders werken.
Het nieuwe Blu-ray Disc File System dat door Software Architects is ontworpen, is op dit moment al gelicenceerd door Samsung. Als u toevallig interesse zou hebben in het zélf schrijven van programma's die Blu-ray Disc ondersteunen, dan kunt u voor een sappige US$ 15.000,00 een licentie aanvragen.

Van 23 GB naar 100 GB!
Het einde is nog niet in zicht. Volgens Rick Thong, manager van de afdeling data-opslag van Sony, werkt het concern aan opvolgers die rond 2005 op de markt zullen komen en niet minder dan 50 GB aan data kunnen bevatten, met een transfer-rate van 18 Mb/s. De derde generatie Blu-ray Diks recorders, met een opslagcapaciteit van 100 GB en een transfer-rate van 36 Mb/s, worden een paar jaar verwacht.

Niet compatibel
De Blu-ray Disc technologie die voor de PC-omgeving wordt ontwikkeld, is niet compatibel met de systemen die voor de opslag van home-video op de markt zullen komen. De BW-F101 werkt volgens het zogenaamde "Blue-Laser-Optical-Disc" principe, afgekort tot VDisc. De optische technologie is identiek, maar het bestandssysteem waarmee de gegevens op de schijf worden geschreven is speciaal ontworpen voor de PC.

Philips
Ook Philips heeft inmiddels de eerste Blu-ray Disc PC-recorder klaar. Op de CeBIT 2003 zijn de eerste modellen aan het volk getoond. Philips ziet op dit moment echter geen markt voor een Blu-ray Disc PC-recorder, reden waarom het elektronicaconcern deze recorder nog niet op de markt brengt.

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

Ultra Density Optical

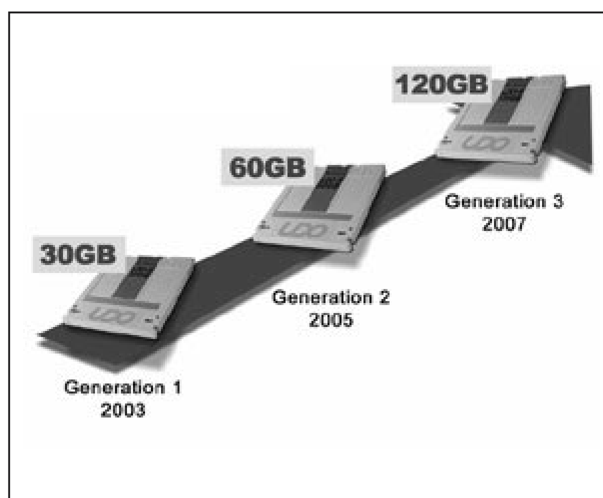
Hetzelfde systeem met een andere naam

De grote opslagcapaciteit en snelle data-transfer van het Blu-ray Disc systeem is niet alleen voor de grote spelers in de consumenten-elektronica markt interessant. Een tweede groep geïnteresseerden zijn alle bedrijven die zich bezig houden met het ontwikkelen van professionele massa-opslag van gegevens. Die hebben het Blu-ray principe wél geadopteerd, maar onder een andere naam, waar u ongetwijfeld nog veel van zult horen: UDO. UDO is het letterwoord voor "Ultra Density Optical" en alle UDO-compatibele apparatuur wordt voorgesteld door het pictogram van figuur 5/21.1-22.



Figuur 5/21.1-22: Het UDO-logo dat op alle UDO-compatibele apparatuur te vinden is.

UDO werkt zuiver technisch op dezelfde manier als Blu-ray Disc. Het gehele optische systeem is waarschijnlijk zelfs uit een en dezelfde fabriek afkomstig. De verschillen zitten in de vormgeving van de cardridges, deze zijn bij UDO aangepast aan de bestaande MO- standaarden. Door bij UDO gebruik te maken van dezelfde ISO-standaard vormfactor als voor 5.25 inch optische drives en media van eerdere generaties, kan mixed-media ondersteuning worden geboden. De afmetingen van de cartridges zijn identiek aan de die van de bestaande 5.25 inch MO-disk, waardoor ze compatibel zijn met bestaande bibliotheek-systemen. Er komen zowel write-once als herschrijfbare varianten beschikbaar. De eerste generatie van de 30 GB drives biedt een doorvoersnelheid van 8 Mb/s. Ook voor de komende producten met hogere capaciteit wordt voor het lezen achterwaartse compatibiliteit gegarandeerd.
Zoals uit figuur 5/21.1-23 blijkt, zal de evolutie van UDO parallel verlopen aan deze van het Blu-ray Disc File System. De eerste generatie is reeds op de markt en biedt een opslagcapaciteit van 30 GB. Maar terwijl Sony niet verder durft te gaan dan een verwachte 100 GB in 2007, belooft UDO 120 GB in 2007. Afwachten maar!
In figuur 5/21.1-24 zijn de specificaties van de drie UDO-media overzichtelijk samengevat.



Figuur 5/21.1-23: De verwachte stijging van de opslagcapaciteit op één UDO-schijfje.

Plasmon

Een van de fabrikanten die reeds UDO-recorders op de markt heeft is Plasmon. Het UDO-programma, bekendgemaakt op de AIIM 2003 Confe-

rence and Exposition New York, stelt klanten die gebruik maken van Plasmon's G-Series 5.25 inch optische jukeboxen in staat UDO-drives toe te voegen.

	Generation 1	Generation 2	Generation 3
Capacity	30 GB	60 GB	120 GB
Transfer Rate	up to 8 MB/s	up to 12 MB/s	up to 18 MB/s
RPM	2000 RPM	3000 RPM	3600 RPM
Avg Seek Time	25 msec	25 msec	25 msec
Numerical Aperture	0.7	0.7	0.85
Media Layers	1	2	2
Encoding	1,7	1,7	ML
Sector Size	8KB	8KB	8KB
SCSI Transfer Rate	80 MB/s	80 MB/s	80 MB/s
Load Time	5 seconds	5 seconds	5 seconds
Unload Time	3 seconds	3 seconds	3 seconds
MSBF	750,000	750,000	750,000

Figuur 5/21.1-24: Overzicht van de specificaties van de drie UDO-systemen.

Hierbij blijven gegevens die op Magneto Optical (MO) cartridges staan gewoon toegankelijk. Deze mogelijkheid voor "mixed-media" biedt de klanten een duidelijke overgangsstrategie naar optische opslag met hogere prestaties en grotere capaciteit. Op dit moment levert Plasmon alleen de 30 GB UDO-media, zie figuur 5/21.1-25, met een duidelijk traject richting 60 GB en vervolgens 120 GB.



Figuur 5/21.1-25: De UDO-cartridge met een opslagcapaciteit van 30 GB.

Deze nieuwe doorbraken in capaciteit en prijs/prestatie dragen ertoe bij dat UDO ongetwijfeld dé nieuwe standaard wordt voor professionele, high-performance en kosteneffectieve archiveringsopslag.

Advanced Optical Disc

Toshiba ligt dwars

Tot slot nog een paar zinnen over de mogelijke concurrentie voor Blu-ray Disc. Zoals in de inleiding geschreven, heeft Toshiba geweigerd mee te werken aan de Blu-ray Disk Alliantie. De officiële reden is dat dit bedrijf van mening is dat nieuwe ontwikkelingen op het gebied van optische registratie van video alleen maar binnen het DVD Forum mogen plaatsvinden. Toshiba heeft, in samenwerking met NEC, aan dit Forum een concurrerend systeem voorgesteld, "Advanced Optical Disc" (AOD) genoemd. Komisch genoeg zitten alle bedrijven die de Blu-ray Disc Alliantie vormen ook in het DVD Forum..... Negen van de zeventien Forum-leden ontwikkelen dus Blu-ray Disc en die vormen een krappe meerderheid.

Technische specificaties

Terwijl het Blu-Ray Disc systeem tot in de details is beschreven in uitgebreide Books, heeft Toshiba/NEC nog weinig te melden. Beloofd wordt dat in het voorjaar van 2004 de specificaties versie 1.0 van AOD op papier staan.

Wat bekend is, is dat het systeem (uiteraard) ook met een blauw-violette laser werkt, schijfjes van 12 cm gebruikt en dat een enkelzijdig AOD-schijfje maar 15 GB gegevens kan bevatten. Ter herinnering: BD kan 27 GB bevatten. Toch beweert

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

Toshiba dat er op een AOD-schijfje evenveel video past als op een BD. AOD wil namelijk niet gebruik maken van videocompressie volgens de MPEG-2 norm, maar volgens de MPEG-4 norm. Deze norm werd in eerste instantie ontwikkeld voor het op een zeer efficiënte manier comprimeren van video-gegevens voor draadloze verzending naar draagbare apparaten zoals telefoons en PDA's. De beeldkwaliteit van MPEG-4 zou lager zijn dan deze van MPEG-2.

6/1

Inhoud
Data-handboek

Inhoud

[1)] Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

6/2

Dioden

Inhoud

6/2.4

Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZV37	6,5	50	400	SOD68
BZV49-C10	10	250	1.000	SOT89
BZV49-C11	11	250	1.000	SOT89
BZV49-C12	12	250	1.000	SOT89
BZV49-C13	13	250	1.000	SOT89
BZV49-C15	14	250	1.000	SOT89
BZV49-C16	16	250	1.000	SOT89
BZV49-C18	18	250	1.000	SOT89
BZV49-C20	20	250	1.000	SOT89
BZV49-C22	22	250	1.000	SOT89
BZV49-C24	24	250	1.000	SOT89
BZV49-C27	27	250	1.000	SOT89
BZV49-C2V4	2,4	250	1.000	SOT89
BZV49-C2V7	2,7	250	1.000	SOT89
BZV49-C30	30	250	1.000	SOT89
BZV49-C33	33	250	1.000	SOT89
BZV49-C36	36	250	1.000	SOT89
BZV49-C39	39	250	1.000	SOT89
BZV49-C3V0	3,0	250	1.000	SOT89
BZV49-C3V3	3,3	250	1.000	SOT89
BZV49-C3V6	3,6	250	1.000	SOT89
BZV49-C3V9	3,9	250	1.000	SOT89
BZV49-C43	43	250	1.000	SOT89
BZV49-C47	47	250	1.000	SOT89
BZV49-C4V3	4,3	250	1.000	SOT89
BZV49-C4V7	4,7	250	1.000	SOT89
BZV49-C51	51	250	1.000	SOT89
BZV49-C56	56	250	1.000	SOT89
BZV49-C5V1	5,1	250	1.000	SOT89
BZV49-C5V6	5,6	250	1.000	SOT89
BZV49-C62	62	250	1.000	SOT89
BZV49-C68	68	250	1.000	SOT89
BZV49-C6V2	6,2	250	1.000	SOT89
BZV49-C6V8	6,8	250	1.000	SOT89
BZV49-C75	75	250	1.000	SOT89
BZV49-C7V5	7,5	250	1.000	SOT89
BZV49-C8V2	8,2	250	1.000	SOT89
BZV49-C9V1	9,1	250	1.000	SOT89
BZV55-B10	10	250	500	SOD80

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZV55-B11	11	250	500	SOD80
BZV55-B12	12	250	500	SOD80
BZV55-B13	13	250	500	SOD80
BZV55-B15	15	250	500	SOD80
BZV55-B16	16	250	500	SOD80
BZV55-B18	18	250	500	SOD80
BZV55-B20	20	250	500	SOD80
BZV55-B22	22	250	500	SOD80
BZV55-B24	24	250	500	SOD80
BZV55-B27	27	250	500	SOD80
BZV55-B2V4	2,4	250	500	SOD80
BZV55-B2V7	2,7	250	500	SOD80
BZV55-B30	30	250	500	SOD80
BZV55-B33	33	250	500	SOD80
BZV55-B36	36	250	500	SOD80
BZV55-B39	39	250	500	SOD80
BZV55-B3V0	3,0	250	500	SOD80
BZV55-B3V3	3,3	250	500	SOD80
BZV55-B3V6	3,6	250	500	SOD80
BZV55-B3V9	3,9	250	500	SOD80
BZV55-B43	43	250	500	SOD80
BZV55-B47	47	250	500	SOD80
BZV55-B4V3	4,3	250	500	SOD80
BZV55-B4V7	4,7	250	500	SOD80
BZV55-B51	51	250	500	SOD80
BZV55-B56	56	250	500	SOD80
BZV55-B5V1	5,1	250	500	SOD80
BZV55-B5V6	5,6	250	500	SOD80
BZV55-B62	62	250	500	SOD80
BZV55-B68	68	250	500	SOD80
BZV55-B6V2	6,2	250	500	SOD80
BZV55-B6V8	6,8	250	500	SOD80
BZV55-B75	75	250	500	SOD80
BZV55-B7V5	7,5	250	500	SOD80
BZV55-B8V2	8,2	250	500	SOD80
BZV55-B9V1	9,1	250	500	SOD80
BZV55-C10	10	250	500	SOD80
BZV55-C11	11	250	500	SOD80
BZV55-C12	12	250	500	SOD80
BZV55-C13	13	250	500	SOD80
BZV55-C15	15	250	500	SOD80
BZV55-C16	16	250	500	SOD80
BZV55-C18	18	250	500	SOD80
BZV55-C20	20	250	500	SOD80
BZV55-C22	22	250	500	SOD80
BZV55-C24	24	250	500	SOD80
BZV55-C27	27	250	500	SOD80
BZV55-C2V4	2,4	250	500	SOD80
BZV55-C2V7	2,7	250	500	SOD80
BZV55-C30	30	250	500	SOD80
BZV55-C33	33	250	500	SOD80
BZV55-C36	36	250	500	SOD80

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZV55-C39	39	250	500	SOD80
BZV55-C3V0	3,0	250	500	SOD80
BZV55-C3V3	3,3	250	500	SOD80
BZV55-C3V6	3,6	250	500	SOD80
BZV55-C3V9	3,9	250	500	SOD80
BZV55-C43	43	250	500	SOD80
BZV55-C47	47	250	500	SOD80
BZV55-C4V3	4,3	250	500	SOD80
BZV55-C4V7	4,7	250	500	SOD80
BZV55-C51	51	250	500	SOD80
BZV55-C56	56	250	500	SOD80
BZV55-C5V1	5,1	250	500	SOD80
BZV55-C5V6	5,6	250	500	SOD80
BZV55-C62	62	250	500	SOD80
BZV55-C68	68	250	500	SOD80
BZV55-C6V2	6,2	250	500	SOD80
BZV55-C6V8	6,8	250	500	SOD80
BZV55-C75	75	250	500	SOD80
BZV55-C7V5	7,5	250	500	SOD80
BZV55-C8V2	8,2	250	500	SOD80
BZV55-C9V1	9,1	250	500	SOD80
BZV85-C10	10	500	1.300	SOD66
BZV85-C11	11	500	1.300	SOD66
BZV85-C12	12	500	1.300	SOD66
BZV85-C13	13	500	1.300	SOD66
BZV85-C15	15	500	1.300	SOD66
BZV85-C16	16	500	1.300	SOD66
BZV85-C18	18	500	1.300	SOD66
BZV85-C20	20	500	1.300	SOD66
BZV85-C22	22	500	1.300	SOD66
BZV85-C24	24	500	1.300	SOD66
BZV85-C27	27	500	1.300	SOD66
BZV85-C30	30	500	1.300	SOD66
BZV85-C33	33	500	1.300	SOD66
BZV85-C36	36	500	1.300	SOD66
BZV85-C39	39	500	1.300	SOD66
BZV85-C3V6	3,6	500	1.300	SOD66
BZV85-C3V9	3,9	500	1.300	SOD66
BZV85-C43	43	500	1.300	SOD66
BZV85-C47	47	500	1.300	SOD66
BZV85-C4V3	4,3	500	1.300	SOD66
BZV85-C4V7	4,7	500	1.300	SOD66
BZV85-C51	51	500	1.300	SOD66
BZV85-C56	56	500	1.300	SOD66
BZV85-C5V1	5,1	500	1.300	SOD66
BZV85-C5V6	5,6	500	1.300	SOD66
BZV85-C62	62	500	1.300	SOD66
BZV85-C68	68	500	1.300	SOD66
BZV85-C6V2	6,2	500	1.300	SOD66
BZV85-C6V8	6,8	500	1.300	SOD66
BZV85-C75	75	500	1.300	SOD66
BZV85-C7V5	7,5	500	1.300	SOD66

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZV85-C8V2	8,2	500	1.300	SOD66
BZV85-C9V1	9,1	500	1.300	SOD66
BZV90-C10	10	400	1.500	SOT223
BZV90-C11	11	400	1.500	SOT223
BZV90-C12	12	400	1.500	SOT223
BZV90-C13	13	400	1.500	SOT223
BZV90-C15	15	400	1.500	SOT223
BZV90-C16	16	400	1.500	SOT223
BZV90-C18	18	400	1.500	SOT223
BZV90-C20	20	400	1.500	SOT223
BZV90-C22	22	400	1.500	SOT223
BZV90-C24	24	400	1.500	SOT223
BZV90-C27	27	400	1.500	SOT223
BZV90-C2V4	2,4	400	1.500	SOT223
BZV90-C2V7	2,7	400	1.500	SOT223
BZV90-C30	30	400	1.500	SOT223
BZV90-C33	33	400	1.500	SOT223
BZV90-C36	36	400	1.500	SOT223
BZV90-C39	39	400	1.500	SOT223
BZV90-C3V0	3,0	400	1.500	SOT223
BZV90-C3V3	3,3	400	1.500	SOT223
BZV90-C3V6	3,6	400	1.500	SOT223
BZV90-C3V9	3,9	400	1.500	SOT223
BZV90-C43	43	400	1.500	SOT223
BZV90-C47	47	400	1.500	SOT223
BZV90-C4V3	4,3	400	1.500	SOT223
BZV90-C4V7	4,7	400	1.500	SOT223
BZV90-C51	51	400	1.500	SOT223
BZV90-C56	56	400	1.500	SOT223
BZV90-C5V1	5,1	400	1.500	SOT223
BZV90-C5V6	5,6	400	1.500	SOT223
BZV90-C62	62	400	1.500	SOT223
BZV90-C68	68	400	1.500	SOT223
BZV90-C6V2	6,2	400	1.500	SOT223
BZV90-C6V8	6,8	400	1.500	SOT223
BZV90-C75	75	400	1.500	SOT223
BZV90-C7V5	7,5	400	1.500	SOT223
BZV90-C8V2	8,2	400	1.500	SOT223
BZV90-C9V1	9,1	400	1.500	SOT223
BZX284-B10	10	250	400	SOD110
BZX284-B11	11	250	400	SOD110
BZX284-B12	12	250	400	SOD110
BZX284-B13	13	250	400	SOD110
BZX284-B15	15	250	400	SOD110
BZX284-B16	16	250	400	SOD110
BZX284-B18	18	250	400	SOD110
BZX284-B20	20	250	400	SOD110
BZX284-B22	22	250	400	SOD110
BZX284-B24	24	250	400	SOD110
BZX284-B27	27	250	400	SOD110
BZX284-B2V4	2,4	250	400	SOD110
BZX284-B2V7	2,7	250	400	SOD110

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZX284-B30	30	250	400	SOD110
BZX284-B33	33	250	400	SOD110
BZX284-B36	36	250	400	SOD110
BZX284-B39	39	250	400	SOD110
BZX284-B3V0	3,0	250	400	SOD110
BZX284-B3V3	3,3	250	400	SOD110
BZX284-B3V6	3,6	250	400	SOD110
BZX284-B3V9	3,9	250	400	SOD110
BZX284-B43	43	250	400	SOD110
BZX284-B47	47	250	400	SOD110
BZX284-B4V3	4,3	250	400	SOD110
BZX284-B4V7	4,7	250	400	SOD110
BZX284-B51	51	250	400	SOD110
BZX284-B56	56	250	400	SOD110
BZX284-B5V1	5,1	250	400	SOD110
BZX284-B5V6	5,6	250	400	SOD110
BZX284-B62	62	250	400	SOD110
BZX284-B68	68	250	400	SOD110
BZX284-B6V2	6,2	250	400	SOD110
BZX284-B6V8	6,8	250	400	SOD110
BZX284-B75	75	250	400	SOD110
BZX284-B7V5	7,5	250	400	SOD110
BZX284-B8V2	8,2	250	400	SOD110
BZX284-B9V1	9,1	250	400	SOD110
BZX284-C10	10	250	400	SOD110
BZX284-C11	11	250	400	SOD110
BZX284-C12	12	250	400	SOD110
BZX284-C13	13	250	400	SOD110
BZX284-C15	15	250	400	SOD110
BZX284-C16	16	250	400	SOD110
BZX284-C18	18	250	400	SOD110
BZX284-C20	20	250	400	SOD110
BZX284-C22	22	250	400	SOD110
BZX284-C24	24	250	400	SOD110
BZX284-C27	27	250	400	SOD110
BZX284-C2V4	2,4	250	400	SOD110
BZX284-C2V7	2,7	250	400	SOD110
BZX284-C30	30	250	400	SOD110
BZX284-C33	33	250	400	SOD110
BZX284-C36	36	250	400	SOD110
BZX284-C39	39	250	400	SOD110
BZX284-C3V0	3,0	250	400	SOD110
BZX284-C3V3	3,3	250	400	SOD110
BZX284-C3V6	3,6	250	400	SOD110
BZX284-C3V9	3,9	250	400	SOD110
BZX284-C43	43	250	400	SOD110
BZX284-C47	47	250	400	SOD110
BZX284-C4V3	4,3	250	400	SOD110
BZX284-C4V7	4,7	250	400	SOD110
BZX284-C51	51	250	400	SOD110
BZX284-C56	56	250	400	SOD110
BZX284-C5V1	5,1	250	400	SOD110

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZX284-C5V6	5,6	250	400	SOD110
BZX284-C62	62	250	400	SOD110
BZX284-C68	68	250	400	SOD110
BZX284-C6V2	6,2	250	400	SOD110
BZX284-C6V8	6,8	250	400	SOD110
BZX284-C75	75	250	400	SOD110
BZX284-C7V5	7,5	250	400	SOD110
BZX284-C8V2	8,2	250	400	SOD110
BZX284-C9V1	9,1	250	400	SOD110
BZX79-A10	10	250	500	SOD27
BZX79-A13	13	250	500	SOD27
BZX79-A15	15	250	500	SOD27
BZX79-A18	18	250	500	SOD27
BZX79-A24	24	250	500	SOD27
BZX79-A2V4	2,4	250	500	SOD27
BZX79-A2V7	2,7	250	500	SOD27
BZX79-A3V0	3,0	250	500	SOD27
BZX79-A3V9	3,9	250	500	SOD27
BZX79-A4V7	4,7	250	500	SOD27
BZX79-A5V1	5,1	250	500	SOD27
BZX79-A5V6	5,6	250	500	SOD27
BZX79-A6V2	6,2	250	500	SOD27
BZX79-A6V8	6,8	250	500	SOD27
BZX79-A75	75	250	500	SOD27
BZX79-A9V1	9,1	250	500	SOD27
BZX79-B10	10	250	500	SOD27
BZX79-B11	11	250	500	SOD27
BZX79-B12	12	250	500	SOD27
BZX79-B13	13	250	500	SOD27
BZX79-B15	15	250	500	SOD27
BZX79-B16	16	250	500	SOD27
BZX79-B18	18	250	500	SOD27
BZX79-B20	20	250	500	SOD27
BZX79-B22	22	250	500	SOD27
BZX79-B24	24	250	500	SOD27
BZX79-B27	27	250	500	SOD27
BZX79-B2V4	2,4	250	500	SOD27
BZX79-B2V7	2,7	250	500	SOD27
BZX79-B30	30	250	500	SOD27
BZX79-B33	33	250	500	SOD27
BZX79-B36	36	250	500	SOD27
BZX79-B39	39	250	500	SOD27
BZX79-B3V0	3,0	250	500	SOD27
BZX79-B3V3	3,3	250	500	SOD27
BZX79-B3V6	3,6	250	500	SOD27
BZX79-B3V9	3,9	250	500	SOD27
BZX79-B43	43	250	500	SOD27
BZX79-B47	47	250	500	SOD27
BZX79-B4V3	4,3	250	500	SOD27
BZX79-B4V7	4,7	250	500	SOD27
BZX79-B51	51	250	500	SOD27
BZX79-B56	56	250	500	SOD27

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZX79-B5V1	5,1	250	500	SOD27
BZX79-B5V6	5,6	250	500	SOD27
BZX79-B62	62	250	500	SOD27
BZX79-B68	68	250	500	SOD27
BZX79-B6V2	6,2	250	500	SOD27
BZX79-B6V8	6,8	250	500	SOD27
BZX79-B75	75	250	500	SOD27
BZX79-B7V5	7,5	250	500	SOD27
BZX79-B8V2	8,2	250	500	SOD27
BZX79-B9V1	9,1	250	500	SOD27
BZX79-C10	10	250	500	SOD27
BZX79-C11	11	250	500	SOD27
BZX79-C12	12	250	500	SOD27
BZX79-C13	13	250	500	SOD27
BZX79-C15	15	250	500	SOD27
BZX79-C16	16	250	500	SOD27
BZX79-C18	18	250	500	SOD27
BZX79-C20	20	250	500	SOD27
BZX79-C22	22	250	500	SOD27
BZX79-C24	24	250	500	SOD27
BZX79-C27	27	250	500	SOD27
BZX79-C2V4	2,4	250	500	SOD27
BZX79-C2V7	2,7	250	500	SOD27
BZX79-C30	30	250	500	SOD27
BZX79-C33	33	250	500	SOD27
BZX79-C36	36	250	500	SOD27
BZX79-C39	39	250	500	SOD27
BZX79-C3V0	3,0	250	500	SOD27
BZX79-C3V3	3,3	250	500	SOD27
BZX79-C3V6	3,6	250	500	SOD27
BZX79-C3V9	3,9	250	500	SOD27
BZX79-C43	43	250	500	SOD27
BZX79-C47	47	250	500	SOD27
BZX79-C4V3	4,3	250	500	SOD27
BZX79-C4V7	4,7	250	500	SOD27
BZX79-C51	51	250	500	SOD27
BZX79-C56	56	250	500	SOD27
BZX79-C5V1	5,1	250	500	SOD27
BZX79-C5V6	5,6	250	500	SOD27
BZX79-C62	62	250	500	SOD27
BZX79-C68	68	250	500	SOD27
BZX79-C6V2	6,2	250	500	SOD27
BZX79-C6V8	6,8	250	500	SOD27
BZX79-C75	75	250	500	SOD27
BZX79-C7V5	7,5	250	500	SOD27
BZX79-C8V2	8,2	250	500	SOD27
BZX79-C9V1	9,1	250	500	SOD27
BZX84-A10	10	200	250	SOT23
BZX84-A12	12	200	250	SOT23
BZX84-A13	13	200	250	SOT23
BZX84-A15	15	200	250	SOT23
BZX84-A20	20	200	250	SOT23

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZX84-A27	27	200	250	SOT23
BZX84-A2V4	2,4	200	250	SOT23
BZX84-A2V7	2,7	200	250	SOT23
BZX84-A36	36	200	250	SOT23
BZX84-A39	39	200	250	SOT23
BZX84-A3V0	3,0	200	250	SOT23
BZX84-A3V3	3,3	200	250	SOT23
BZX84-A3V6	3,6	200	250	SOT23
BZX84-A3V9	3,9	200	250	SOT23
BZX84-A43	43	200	250	SOT23
BZX84-A4V3	4,3	200	250	SOT23
BZX84-A4V7	4,7	200	250	SOT23
BZX84-A51	51	200	250	SOT23
BZX84-A5V1	5,1	200	250	SOT23
BZX84-A5V6	5,6	200	250	SOT23
BZX84-A6V2	6,2	200	250	SOT23
BZX84-A6V8	6,8	200	250	SOT23
BZX84-A75	75	200	250	SOT23
BZX84-A7V5	7,5	200	250	SOT23
BZX84-A8V2	8,2	200	250	SOT23
BZX84-A9V1	9,1	200	250	SOT23
BZX84-B10	10	200	250	SOT23
BZX84-B11	11	200	250	SOT23
BZX84-B12	12	200	250	SOT23
BZX84-B13	13	200	250	SOT23
BZX84-B15	15	200	250	SOT23
BZX84-B16	16	200	250	SOT23
BZX84-B18	18	200	250	SOT23
BZX84-B20	20	200	250	SOT23
BZX84-B22	22	200	250	SOT23
BZX84-B24	24	200	250	SOT23
BZX84-B27	27	200	250	SOT23
BZX84-B2V4	2,4	200	250	SOT23
BZX84-B2V7	2,7	200	250	SOT23
BZX84-B30	30	200	250	SOT23
BZX84-B33	33	200	250	SOT23
BZX84-B36	36	200	250	SOT23
BZX84-B39	39	200	250	SOT23
BZX84-B3V0	3,0	200	250	SOT23
BZX84-B3V3	3,3	200	250	SOT23
BZX84-B3V6	3,6	200	250	SOT23
BZX84-B3V9	3,9	200	250	SOT23
BZX84-B43	43	200	250	SOT23
BZX84-B47	47	200	250	SOT23
BZX84-B4V3	4,3	200	250	SOT23
BZX84-B4V7	4,7	200	250	SOT23
BZX84-B51	51	200	250	SOT23
BZX84-B56	56	200	250	SOT23
BZX84-B5V1	5,1	200	250	SOT23
BZX84-B5V6	5,6	200	250	SOT23
BZX84-B62	62	200	250	SOT23
BZX84-B68	68	200	250	SOT23

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZX84-B6V2	6,2	200	250	SOT23
BZX84-B6V8	6,8	200	250	SOT23
BZX84-B75	75	200	250	SOT23
BZX84-B7V5	7,5	200	250	SOT23
BZX84-B8V2	8,2	200	250	SOT23
BZX84-B9V1	9,1	200	250	SOT23
BZX84-C10	10	200	250	SOT23
BZX84-C11	11	200	250	SOT23
BZX84-C12	12	200	250	SOT23
BZX84-C13	13	200	250	SOT23
BZX84-C15	15	200	250	SOT23
BZX84-C16	16	200	250	SOT23
BZX84-C18	18	200	250	SOT23
BZX84-C20	20	200	250	SOT23
BZX84-C22	22	200	250	SOT23
BZX84-C24	24	200	250	SOT23
BZX84-C27	27	200	250	SOT23
BZX84-C2V4	2,4	200	250	SOT23
BZX84-C2V7	2,7	200	250	SOT23
BZX84-C30	30	200	250	SOT23
BZX84-C33	33	200	250	SOT23
BZX84-C36	36	200	250	SOT23
BZX84-C39	39	200	250	SOT23
BZX84-C3V0	3,0	200	250	SOT23
BZX84-C3V3	3,3	200	250	SOT23
BZX84-C3V6	3,6	200	250	SOT23
BZX84-C3V9	3,9	200	250	SOT23
BZX84-C43	43	200	250	SOT23
BZX84-C47	47	200	250	SOT23
BZX84-C4V3	4,3	200	250	SOT23
BZX84-C4V7	4,7	200	250	SOT23
BZX84-C51	51	200	250	SOT23
BZX84-C56	56	200	250	SOT23
BZX84-C5V1	5,1	200	250	SOT23
BZX84-C5V6	5,6	200	250	SOT23
BZX84-C62	62	200	250	SOT23
BZX84-C68	68	200	250	SOT23
BZX84-C6V2	6,2	200	250	SOT23
BZX84-C6V8	6,8	200	250	SOT23
BZX84-C75	75	200	250	SOT23
BZX84-C7V5	7,5	200	250	SOT23
BZX84-C8V2	8,2	200	250	SOT23
BZX84-C9V1	9,1	200	250	SOT23
PDZ10B	10	200	400	SOD323
PDZ11B	11	200	400	SOD323
PDZ12B	12	200	400	SOD323
PDZ13B	13	200	400	SOD323
PDZ15B	15	200	400	SOD323
PDZ16B	16	200	400	SOD323
PDZ18B	18	200	400	SOD323
PDZ2.4B	2,4	200	400	SOD323
PDZ2.7B	2,7	200	400	SOD323

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
PDZ20B	20	200	400	SOD323
PDZ22B	22	200	400	SOD323
PDZ24B	24	200	400	SOD323
PDZ27B	27	200	400	SOD323
PDZ3.0B	3,0	200	400	SOD323
PDZ3.3B	3,3	200	400	SOD323
PDZ3.6B	3,6	200	400	SOD323
PDZ3.9B	3,9	200	400	SOD323
PDZ30B	30	200	400	SOD323
PDZ33B	33	200	400	SOD323
PDZ36B	36	200	400	SOD323
PDZ4.3B	4,3	200	400	SOD323
PDZ4.7B	4,7	200	400	SOD323
PDZ5.1B	5,1	200	400	SOD323
PDZ5.6B	5,6	200	400	SOD323
PDZ6.2B	6,2	200	400	SOD323
PDZ6.8B	6,8	200	400	SOD323
PDZ7.5B	7,5	200	400	SOD323
PDZ8.2B	8,2	200	400	SOD323
PDZ9.1B	9,1	200	400	SOD323
PLVA2650A	5	250	250	SOT23
PLVA2656A	5,6	250	250	SOT23
PLVA2659A	5,9	250	250	SOT23
PLVA2662A	6,2	250	250	SOT23
PLVA2665A	6,5	250	250	SOT23
PLVA2668A	6,8	250	250	SOT23
PLVA450A	5	250	400	SOD27
PLVA453A	5,3	250	400	SOD27
PLVA456A	5,6	250	400	SOD27
PLVA459A	5,9	250	400	SOD27
PLVA462A	6,2	250	400	SOD27
PLVA465A	6,5	250	400	SOD27
PLVA468A	6,8	250	400	SOD27
PLVA650A	5	250	250	SOT23
PLVA653A	5,3	250	250	SOT23
PLVA656A	5,6	250	250	SOT23
PLVA659A	5,9	250	250	SOT23
PLVA662A	6,2	250	250	SOT23
PLVA665A	6,5	250	250	SOT23
PLVA668A	6,8	250	250	SOT23
PMBZ5226B	3,3	250	250	SOT23
PMBZ5227B	3,6	250	250	SOT23
PMBZ5228B	3,9	250	250	SOT23
PMBZ5229B	4,3	250	250	SOT23
PMBZ5230B	4,7	250	250	SOT23
PMBZ5231B	5,1	250	250	SOT23
PMBZ5232B	5,6	250	250	SOT23
PMBZ5233B	6,0	250	250	SOT23
PMBZ5234B	6,2	250	250	SOT23
PMBZ5235B	6,8	250	250	SOT23
PMBZ5236B	7,5	250	250	SOT23
PMBZ5237B	8,2	250	250	SOT23

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
PMBZ5238B	8,7	250	250	SOT23
PMBZ5239B	9,1	250	250	SOT23
PMBZ5240B	10	250	250	SOT23
PMBZ5241B	11	250	250	SOT23
PMBZ5242B	12	250	250	SOT23
PMBZ5243B	13	250	250	SOT23
PMBZ5244B	14	250	250	SOT23
PMBZ5245B	15	250	250	SOT23
PMBZ5246B	16	250	250	SOT23
PMBZ5247B	17	250	250	SOT23
PMBZ5248B	18	250	250	SOT23
PMBZ5249B	19	250	250	SOT23
PMBZ5250B	20	250	250	SOT23
PMBZ5251B	22	250	250	SOT23
PMBZ5252B	24	250	250	SOT23
PMBZ5253B	25	250	250	SOT23
PMBZ5254B	27	250	250	SOT23
PMBZ5255B	28	250	250	SOT23
PMBZ5256B	30	250	250	SOT23
PMBZ5257B	33	250	250	SOT23
PZM10NB	10	250	300	SOT346
PZM10NB1	10	250	300	SOT346
PZM10NB2	10	250	300	SOT346
PZM10NB2A	10	200	220	SOT346
PZM10NB3	10	250	300	SOT346
PZM11NB	11	250	300	SOT346
PZM11NB1	11	250	300	SOT346
PZM11NB2	11	250	300	SOT346
PZM11NB2A	11	200	220	SOT346
PZM11NB3	11	250	300	SOT346
PZM12NB	12	250	300	SOT346
PZM12NB1	12	250	300	SOT346
PZM12NB2	12	250	300	SOT346
PZM12NB2A	12	200	220	SOT346
PZM12NB3	12	250	300	SOT346
PZM13NB	13	250	300	SOT346
PZM13NB1	13	250	300	SOT346
PZM13NB2	13	250	300	SOT346
PZM13NB2A	13	200	220	SOT346
PZM13NB3	13	250	300	SOT346
PZM15NB	15	250	300	SOT346
PZM15NB1	15	250	300	SOT346
PZM15NB2	15	250	300	SOT346
PZM15NB2A	15	200	220	SOT346
PZM15NB3	15	250	300	SOT346
PZM16NB	16	250	300	SOT346
PZM16NB1	16	250	300	SOT346
PZM16NB2	16	250	300	SOT346
PZM16NB3	16	250	300	SOT346
PZM18NB	18	250	300	SOT346
PZM18NB1	18	250	300	SOT346
PZM18NB2	18	250	300	SOT346

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
PZM18NB3	18	250	300	SOT346
PZM2.4NB	2,4	250	300	SOT346
PZM2.4NBA	2,4	200	220	SOT346
PZM2.7NB	2,7	250	300	SOT346
PZM2.7NB1	2,7	250	300	SOT346
PZM2.7NB2	2,7	250	300	SOT346
PZM2.7NB2A	2,7	200	220	SOT346
PZM20NB	20	250	300	SOT346
PZM20NB1	20	250	300	SOT346
PZM20NB2	20	250	300	SOT346
PZM20NB3	20	250	300	SOT346
PZM22NB	22	250	300	SOT346
PZM22NB1	22	250	300	SOT346
PZM22NB2	22	250	300	SOT346
PZM22NB3	22	250	300	SOT346
PZM24NB	24	250	300	SOT346
PZM24NB1	24	250	300	SOT346
PZM24NB2	24	250	300	SOT346
PZM24NB3	24	250	300	SOT346
PZM27NB	27	250	300	SOT346
PZM3.0NB	3,0	250	300	SOT346
PZM3.0NB1	3,0	250	300	SOT346
PZM3.0NB2	3,0	250	300	SOT346
PZM3.0NB2A	3,0	200	220	SOT346
PZM3.3NB	3,3	250	300	SOT346
PZM3.3NB1	3,3	250	300	SOT346
PZM3.3NB2	3,3	250	300	SOT346
PZM3.3NB2A	3,3	200	220	SOT346
PZM3.6NB	3,6	250	300	SOT346
PZM3.6NB1	3,6	250	300	SOT346
PZM3.6NB2	3,6	250	300	SOT346
PZM3.6NB2A	3,6	200	220	SOT346
PZM3.9NB	3,9	250	300	SOT346
PZM3.9NB1	3,9	250	300	SOT346
PZM3.9NB2	3,9	250	300	SOT346
PZM3.9NB2A	3,9	200	220	SOT346
PZM30NB	30	250	300	SOT346
PZM33NB	33	250	300	SOT346
PZM36NB	36	250	300	SOT346
PZM4.3NB	4,3	250	300	SOT346
PZM4.3NB1	4,3	250	300	SOT346
PZM4.3NB2	4,3	250	300	SOT346
PZM4.3NB2A	4,3	200	220	SOT346
PZM4.3NB3	4,3	250	300	SOT346
PZM4.7NB	4,7	250	300	SOT346
PZM4.7NB1	4,7	250	300	SOT346
PZM4.7NB2	4,7	250	300	SOT346
PZM4.7NB2A	4,7	200	220	SOT346
PZM4.7NB3	4,7	250	300	SOT346
PZM5.1NB	5,1	250	300	SOT346
PZM5.1NB1	5,1	250	300	SOT346
PZM5.1NB2	5,1	250	300	SOT346

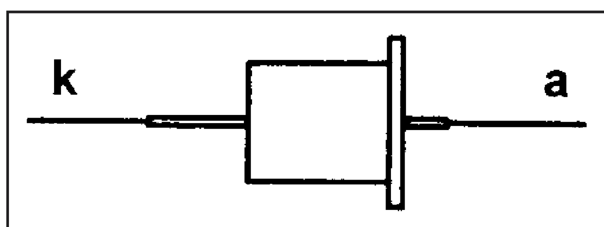
2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
PZM5.1NB2A	5,1	200	220	SOT346
PZM5.1NB3	5,1	250	300	SOT346
PZM5.6NB	5,6	250	300	SOT346
PZM5.6NB1	5,6	250	300	SOT346
PZM5.6NB2	5,6	250	300	SOT346
PZM5.6NB2A	5,6	200	220	SOT346
PZM5.6NB3	5,6	250	300	SOT346
PZM6.2NB	6,2	250	300	SOT346
PZM6.2NB1	6,2	250	300	SOT346
PZM6.2NB2	6,2	250	300	SOT346
PZM6.2NB2A	6,2	200	220	SOT346
PZM6.2NB3	6,2	250	300	SOT346
PZM6.8NB	6,8	250	300	SOT346
PZM6.8NB1	6,8	250	300	SOT346
PZM6.8NB2	6,8	250	300	SOT346
PZM6.8NB2A	6,8	200	220	SOT346
PZM6.8NB3	6,8	250	300	SOT346
PZM7.5NB	7,5	250	300	SOT346
PZM7.5NB1	7,5	250	300	SOT346
PZM7.5NB2	7,5	250	300	SOT346
PZM7.5NB2A	7,5	200	220	SOT346
PZM7.5NB3	7,5	250	300	SOT346
PZM8.2NB	8,2	250	300	SOT346
PZM8.2NB1	8,2	250	300	SOT346
PZM8.2NB2	8,2	250	300	SOT346
PZM8.2NB2A	8,2	200	220	SOT346
PZM8.2NB3	8,2	250	300	SOT346
PZM9.1NB	9,1	250	300	SOT346
PZM9.1NB1	9,1	250	300	SOT346
PZM9.1NB2	9,1	250	300	SOT346
PZM9.1NB2A	9,1	200	220	SOT346
PZM9.1NB3	9,1	250	300	SOT346

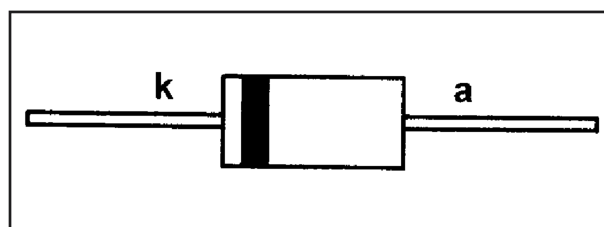
2.4 Europese zenerdioden

6/2.6

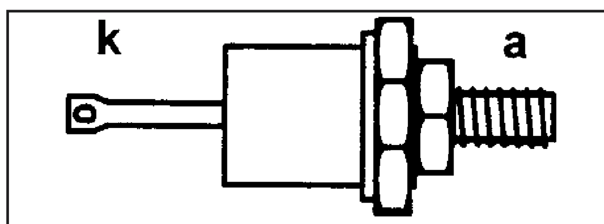
Aansluitgegevens van dioden



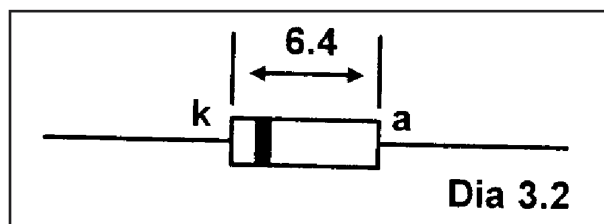
DO1



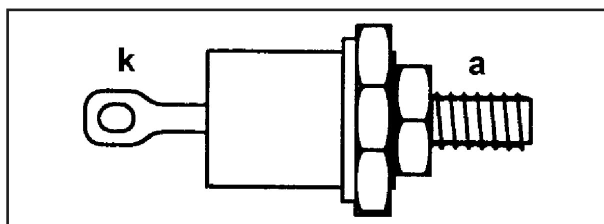
DO14



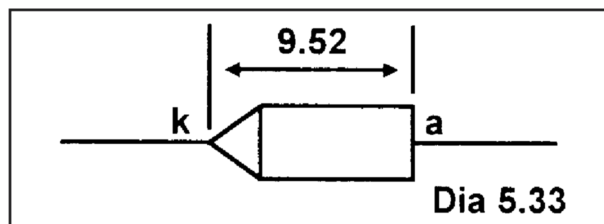
DO4



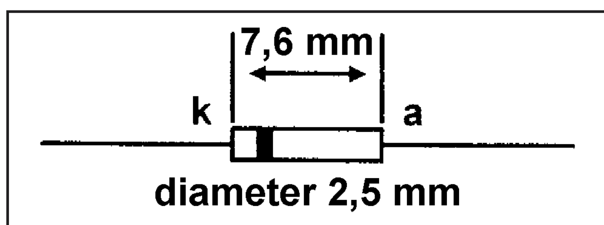
DO15



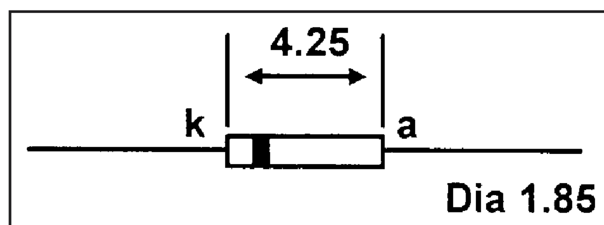
DO5



DO27

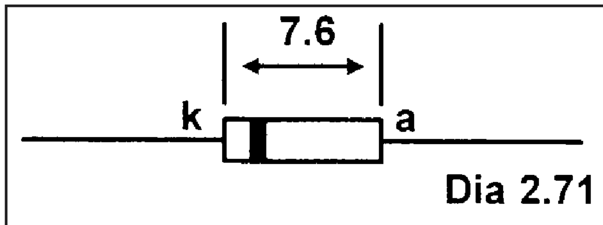


DO7

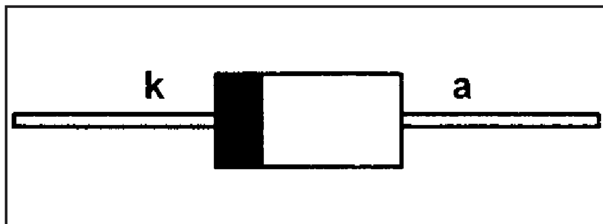


DO35

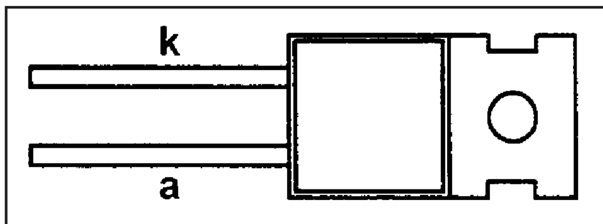
2.6 Aansluitgegevens van dioden



DO41



DO201



DO220

6/4

Thyristoren en triac's

Inhoud

6/4.3

Triac's

TYPENUMMER	MAX. STROOM	MAX. SPANNING	GATE-SPANNING	ONTSTEEKSTROOM	BEHUIZING
2N5446	40 A	600 V	2,5 V	50 mA	Stud
2N6070	4 A	100 V	2,5 V	30 mA	T0126
2N6073A	4 A	400 V	2,5 V	5 mA	T0126
2N6073B	4 A	400 V	2,5 V	5 mA	T0126
2N6075A	4 A	600 V	2,5 V	5 mA	T0126
2N607OA	4 A	100 V	2,5 V	25 mA	T0126
50AC120A	50 A	1.200 V	2,5 V	200 mA	Stud
50AC80A	50 A	800 V	2,5 V	200 mA	Stud
BT131W-600	1 A	600 V		3 mA	SOT223
BT132-600D	1 A	600 V		5 mA	SOT54
BT134-600	4 A	600 V	1,5 V	35 mA	SOT82
BT134-600D	4 A	600 V		5 mA	SOT82
BT134-600E	4 A	600 V		10 mA	SOT82
BT134-800E	4 A	800 V		10 mA	SOT82
BT134W-600E	1 A	600 V		10 mA	SOT223
BT134W-800	1 A	800 V		35 mA	SOT223
BT136-500	4 A	500 V	1,5 V	35 mA	T0220
BT136-600	4 A	600 V	1,5 V	35 mA	T0220
BT136-600D	4 A	600 V		5 mA	SOT78
BT136-600E	4 A	600 V		10 mA	SOT78
BT136-600F	4 A	600 V		25 mA	SOT78
BT136-800E	4 A	800 V		10 mA	SOT78
BT136B-600E	4 A	600 V		10 mA	SOT404
BT136S-600E	4 A	600 V		10 mA	SOT428
BT136S-600F	4 A	600 V		25 mA	SOT428
BT136S-800F	4 A	800 V		25 mA	SOT428
BT136X-600E	4 A	600 V		10 mA	SOT186A
BT136X-600F	4 A	600 V		25 mA	SOT186A
BT137-500	4 A	500 V	1,5 V	35 mA	T0220
BT137-600	8 A	600 V	1,5 V	35 mA	T0220
BT137-600D	8 A	600 V		5 mA	SOT78
BT137-600E	8 A	600 V		10 mA	SOT78
BT137-600F	8 A	600 V		25 mA	SOT78
BT137-800E	8 A	800 V		10 mA	SOT78
BT137-800F	8 A	800 V		25 mA	SOT78
BT137B-600D	8 A	600 V		5 mA	SOT404
BT137B-600E	8 A	600 V		10 mA	SOT404
BT137B-600F	8 A	600 V		25 mA	SOT404
BT137B-800F	8 A	800 V		25 mA	SOT404
BT137S-600D	8 A	600 V		5 mA	SOT428
BT137S-600E	8 A	600 V		10 mA	SOT428

4.3 Triac's

TYPENUMMER	MAX. STROOM	MAX. SPANNING	GATE-SPANNING	ONTSTEEKSTROOM	BEHUIZING
BT137S-600F	8 A	600 V		25 mA	SOT428
BT137S-800E	8 A	800 V		10 mA	SOT428
BT137S-800F	8 A	800 V		25 mA	SOT428
BT137X-600D	8 A	600 V		5 mA	SOT186A
BT137X-600E	8 A	600 V		10 mA	SOT186A
BT137X-600F	8 A	600 V		25 mA	SOT186A
BT137X-800E	8 A	800 V		10 mA	SOT186A
BT138-500	8 A	500 V	1,5 V	35 mA	T0220
BT138-600	12 A	600 V	1,5 V	35 mA	T0220
BT138-600E	12 A	600 V		10 mA	SOT78
BT138-600F	12 A	600 V		25 mA	SOT78
BT138-800E	12 A	800 V		10 mA	SOT78
BT138-800F	12 A	800 V		25 mA	SOT78
BT138B-600F	12 A	600 V		25 mA	SOT404
BT138B-800F	12 A	800 V		25 mA	SOT404
BT138X-600F	12 A	600 V		25 mA	SOT186A
BT138X-800F	12 A	800 V		25 mA	SOT186A
BT139-500	16 A	500 V	1,5 V	35 mA	T0220
BT139-600	16 A	600 V	1,5 V	35 mA	T0220
BT139-600E	16 A	600 V		10 mA	SOT78
BT139-600F	16 A	600 V		25 mA	SOT78
BT139-800E	16 A	800 V		10 mA	SOT78
BT139-800F	16 A	800 V		25 mA	SOT78
BT139B-600F	16 A	600 V		25 mA	SOT404
BT139B-800F	16 A	800 V		25 mA	SOT404
BT139X-600F	16 A	600 V		25 mA	SOT186A
BTA06-400B	6 A	400 V	1,5 V	100 mA	T0220
BTA06-600B	6 A	600 V	2,5 V	50 mA	T0220
BTA06-600BW	6 A	600 V	1,5 V	50 mA	T0220
BTA06-700B	6 A	700 V	2,5 V	50 mA	T0220
BTA08-400B	8 A	400 V	1,5 V	100 mA	T0220
BTA08-600B	8 A	600 V	2,5 V	50 mA	T0220
BTA08-600BW	8 A	600 V	1,5 V	50 mA	T0220
BTA08-600C	8 A	600 V	2,5 V	25 mA	T0220
BTA08-600CW	8 A	600 V	1,5 V	35 mA	T0220
BTA08-600SW	8 A	600 V	1,5 V	10 mA	T0220
BTA10-400B	10 A	400 V	1,5 V	50 mA	T0220
BTA10-600B	10 A	600 V	1,5 V	100 mA	T0220
BTA10-600BW	10 A	600 V	1,5 V	50 mA	T0220
BTA10-600CW	10 A	600 V	1,5 V	35 mA	T0220
BTA12-600BW	12 A	600 V	1,5 V	50 mA	T0220
BTA12-600C	12 A	600 V	2,5 V	25 mA	T0220
BTA12-600CW	12 A	600 V	1,5 V	35 mA	T0220
BTA12-600SW	12 A	600 V	1,5 V	10 mA	T0220
BTA140-600	25 A	600 V	1,5 V	35 mA	T0220
BTA140-600	25 A	600 V		35 mA	SOT78
BTA140-800	25 A	800 V		35 mA	SOT78
BTA16-400B	16 A	400 V	2,5 V	50 mA	T0220
BTA16-600B	16 A	600 V	2,5 V	50 mA	T0220
BTA16-600BW	16 A	600 V	1,5 V	50 mA	T0220
BTA16-600CW	16 A	600 V	1,5 V	35 mA	T0220
BTA20-600CW	20 A	600 V	1,5 V	50 mA	T0220
BTA204-600B	4 A	600 V		50 mA	SOT78
BTA204-600C	4 A	600 V		35 mA	SOT78

4.3 Triac's

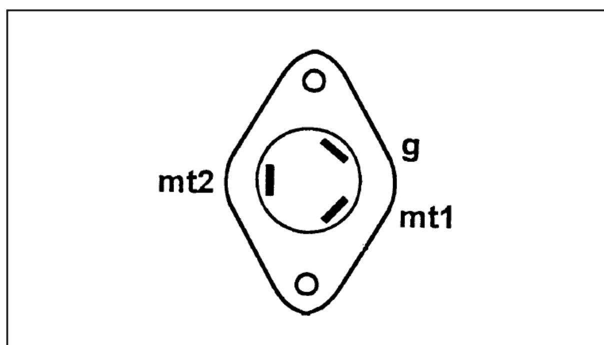
TYPENUMMER	MAX. STROOM	MAX. SPANNING	GATE-SPANNING	ONTSTEEKSTROOM	BEHUIZING
BTA204-600D	4 A	600 V		5 mA	SOT78
BTA204-600E	4 A	600 V		10 mA	SOT78
BTA204-600F	4 A	600 V		25 mA	SOT78
BTA204S-600B	4 A	600 V		50 mA	SOT428
BTA204S-600C	4 A	600 V		35 mA	SOT428
BTA204S-600D	4 A	600 V		5 mA	SOT428
BTA204S-600E	4 A	600 V		10 mA	SOT428
BTA204S-600F	4 A	600 V		25 mA	SOT428
BTA204W-600B	1 A	600 V		50 mA	SOT223
BTA204W-600C	1 A	600 V		35 mA	SOT223
BTA204W-600D	1 A	600 V		5 mA	SOT223
BTA204W-600E	1 A	600 V		10 mA	SOT223
BTA204W-600F	1 A	600 V		25 mA	SOT223
BTA204X-600B	4 A	600 V		50 mA	SOT186A
BTA204X-600C	4 A	600 V		35 mA	SOT186A
BTA204X-600D	4 A	600 V		5 mA	SOT186A
BTA204X-600E	4 A	600 V		10 mA	SOT186A
BTA204X-600F	4 A	600 V		25 mA	SOT186A
BTA208-600B	8 A	600 V		50 mA	SOT78
BTA208-600D	8 A	600 V		5 mA	SOT78
BTA208-600E	8 A	600 V		10 mA	SOT78
BTA208-600F	8 A	600 V		25 mA	SOT78
BTA208-800B	8 A	800 V		50 mA	SOT78
BTA208S-600B	8 A	600 V		50 mA	SOT428
BTA208S-600D	8 A	600 V		5 mA	SOT428
BTA208S-600E	8 A	600 V		10 mA	SOT428
BTA208S-600F	8 A	600 V		25 mA	SOT428
BTA208S-800B	8 A	800 V		50 mA	SOT428
BTA208X-600B	8 A	600 V		50 mA	SOT186A
BTA212-600B	12 A	600 V		50 mA	SOT78
BTA212-600D	12 A	600 V		5 mA	SOT78
BTA212-600E	12 A	600 V		10 mA	SOT78
BTA212-600F	12 A	600 V		25 mA	SOT78
BTA212-800B	12 A	800 V		50 mA	SOT78
BTA212B-600B	12 A	600 V		50 mA	SOT404
BTA212B-600D	12 A	600 V		5 mA	SOT404
BTA212B-600E	12 A	600 V		10 mA	SOT404
BTA212B-600F	12 A	600 V		25 mA	SOT404
BTA212B-800B	12 A	800 V		50 mA	SOT404
BTA212X-600B	12 A	600 V		50 mA	SOT186A
BTA216-600B	16 A	600 V		50 mA	SOT78
BTA216-600F	16 A	600 V		25 mA	SOT78
BTA216-800B	16 A	800 V		50 mA	SOT78
BTA216B-600B	16 A	600 V		50 mA	SOT404
BTA216B-600F	16 A	600 V		25 mA	SOT404
BTA216B-800B	16 A	800 V		50 mA	SOT404
BTA216X-600B	16 A	600 V		50 mA	SOT186A
BTA225-600B	25 A	600 V		50 mA	SOT78
BTA225-800B	25 A	800 V		50 mA	SOT78
BTA25-400B	30 A	400 V	1,5 V	100 mA	T03
BTA25-600B	30 A	600 V	1,5 V	100 mA	T03
BTA26-400B	25 A	400 V	1,5 V	100 mA	T0218
BTA26-600B	25 A	600 V	1,5 V	100 mA	T0218
BTA26-600BW	25 A	600 V	1,5 V	50 mA	T0220

4.3 Triac's

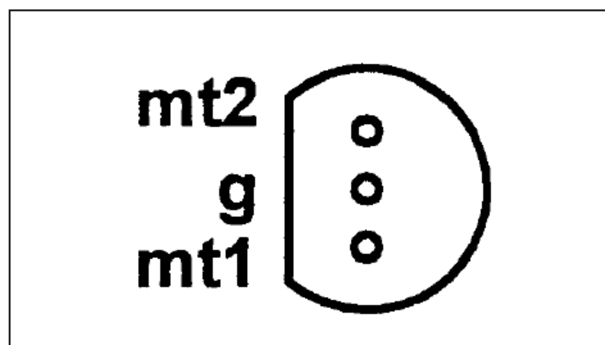
TYPENUMMER	MAX. STROOM	MAX. SPANNING	GATE-SPANNING	ONTSTEEKSTROOM	BEHUIZING
BTA40-400B	40 A	400 V	1,5 V	100 mA	T03
BTA40-600B	40 A	600 V	1,5 V	100 mA	T03
BTB06-400BW	6 A	400 V	1,5 V	50 mA	T0220
BTB10-400BW	10 A	400 V	1,5 V	50 mA	T0220
BTB16-400B	16 A	400 V	1,5 V	50 mA	T0220
BTB24-400B	25 A	400 V	1,5 V	50 mA	T0220
T0610MJ	8 A	600 V	2,5 V	25 mA	T0220
T08-6A	0,8 A	600 V	1,5 V	25 mA	T092A
T0812DJ	8 A	400 V	2,5 V	50 mA	T0220
T0812NJ	8 A	800 V	2,5 V	50 mA	T0220
T1010DJ	10 A	400 V	2,5 V	25 mA	T0220
T1010MJ	10 A	600 V	2,5 V	25 mA	T0220
T1212DJ	12 A	400 V	2,5 V	50 mA	T0220
T1212MJ	12 A	600 V	2,5 V	50 mA	T0220
T1513MJ	20 A	600 V	2,5 V	50 mA	T0220
T1613MH	16 A	600 V	1,5 V	35 mA	T0220
T410-600D	4 A	600 V	1,5 V	10 mA	SOT82
T410-600T	4 A	600 V	1,5 V	10 mA	T0220
T410-800D	4 A	800 V	1,5 V	10 mA	SOT82
T435-600T	4 A	600 V	1,5 V	35 mA	T0220
TIC201D	2,5 A	400 V	2,5 V	25 mA	T0220
TIC206D	4 A	400 V	2 V	10 mA	T0220
TIC206M	4 A	600 V	2 V	10 mA	T0220
TIC216M	6 A	600 V	2 V	5 mA	T0220
TIC225D	8 A	600 V	3 V	5 mA	T0220
TIC225M	8 A	600 V	3 V	5 mA	T0220
TIC226D	8 A	400 V	2,5 V	50 mA	T0220
TIC226M	8 A	600 V	2,5 V	50 mA	T0220
TIC236D	12 A	400 V	2,5 V	50 mA	T0220
TIC236M	12 A	600 V	2,5 V	50 mA	T0220
TIC246D	16 A	400 V	2,5 V	50 mA	T0220
TIC246M	16 A	600 V	2,5 V	50 mA	T0220
TIC253D	20 A	400 V	2,5 V	50 mA	T0218
TIC253M	20 A	600 V	2,5 V	50 mA	T0218
TIC263D	25 A	400 V	2,5 V	50 mA	T0218
TIC263M	25 A	600 V	2,5 V	so mA	T0218
TICF206D	4 A	400 V	2 V	10 mA	T0220
TICF206M	4 A	600 V	2 V	10 mA	T0220
TICF216M	6 A	600 V	3 V	10 mA	T0220
TICF225D	8 A	400 V	2 V	30 mA	T0220
TICF225M	8 A	600 V	2 V	30 mA	T0220
TICF236M	12 A	600 V	2 V	50 mA	T0220
TICF246M	16 A	600 V	2 V	50 mA	T0220
TICP206D	1,5 A	400 V	2 V	10 mA	T092B
TICP206M	1,5 A	600 V	2 V	10 mA	T092B
TRAL2225D	25 A	400 V	1,5 V	100 mA	Stud
TRAL2235D	35 A	400 V	1,5 V	100 mA	Stud
TRAL3325D	25 A	600 V	1,5 V	100 mA	Stud
TRI800-8	8 A	800 V	2,5 V	20 mA	T0220
Z0105DA	0,8 A	400 V	2 V	5 mA	T092A
Z0405DE	4 A	400 V	2 V	5 mA	T0202

6/4.4

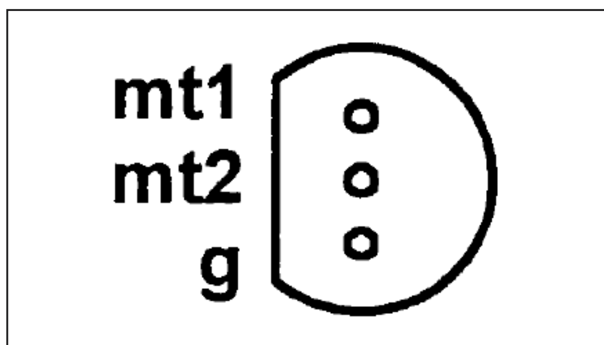
Aansluitgegevens van triac's



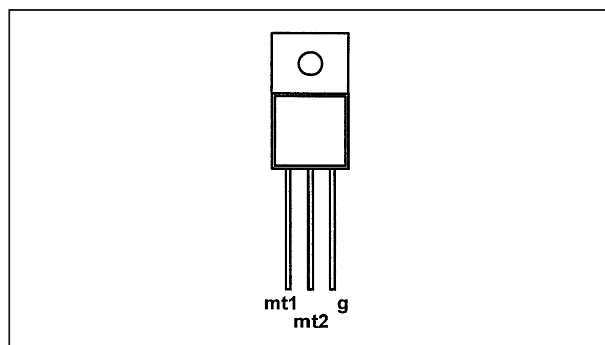
TO3



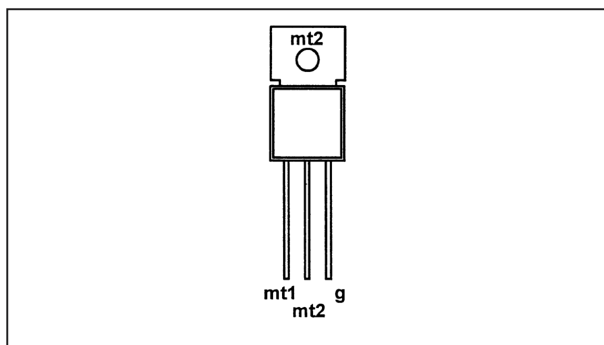
TO92A



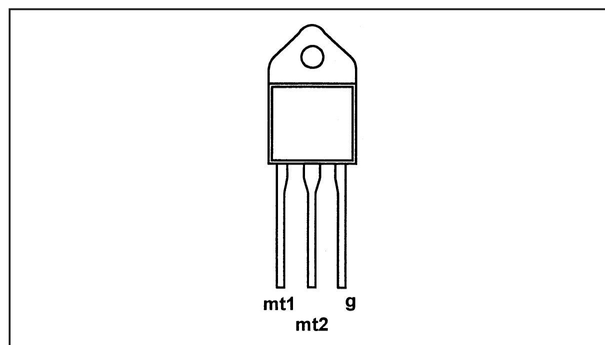
TO92B



TO126

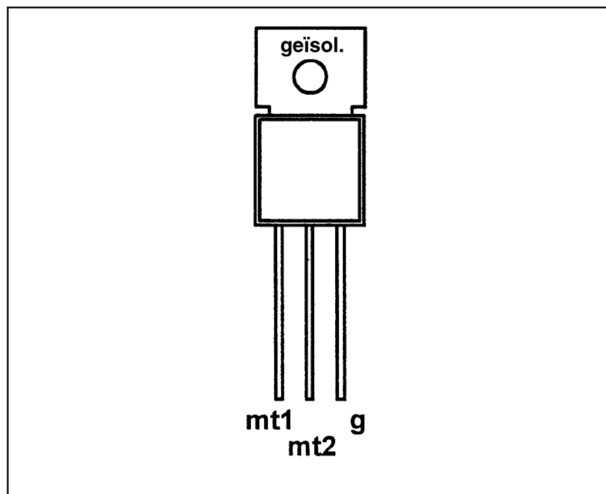


TO202

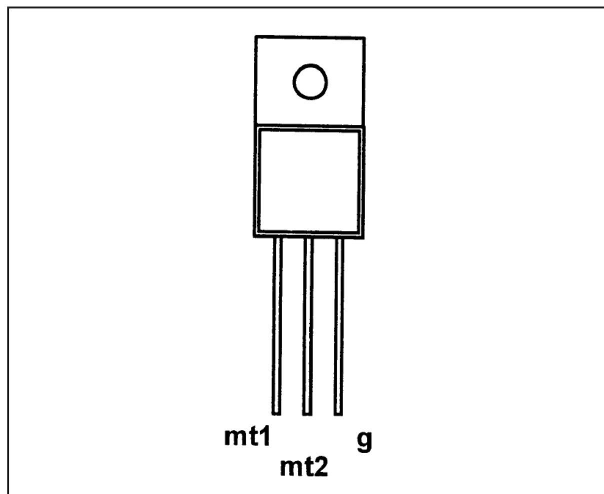


TO218

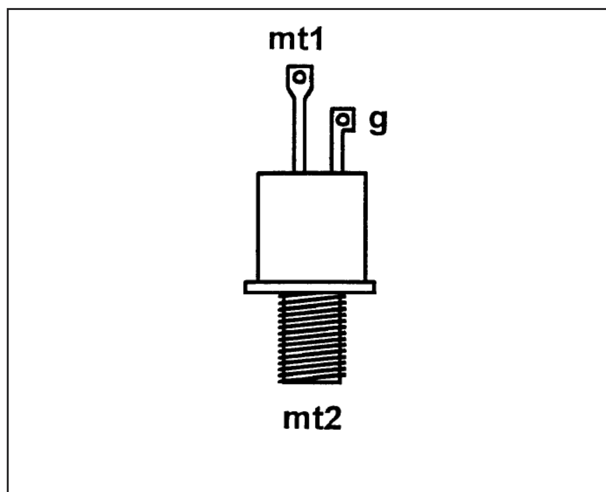
4.4 Aansluitgegevens van triac's



TO220



SOT82



Stud

6/5.1

TTL-IC’s

Inhoud

6/5.1.1

Functioneel overzicht TTL-IC's

AND-poorten

7408	4 x 2 in
7409	4 x 2 in, open collector
7411	3 x 3 in
7415	3 x 3 in, open collector
7421	2 x 4 in
74808	6 x 2 in, drivers
741008	4 x 2 in, gebufferd
741011	3 x 3 in, gebufferd
741808	6 x 2 in, drivers
7411008	4 x 2 in
7411011	3 x 3 in
7411021	2 x 4 in

OR-poorten

7432	4 x 2 in
74832	6 x 2 in
741032	4 x 2 in, gebufferd
741832	6 x 2 in, drivers
744075	3 x 3 in
7411032	4 x 2 in

NAND-poorten

7400	4 x 2 in
7401	4 x 2 in, open collector
7403	4 x 2 in, open collector
7410	3 x 3 in
7412	3 x 3 in, open collector
7413	2 x 4 Schmitt-trigger in
7418	2 x 4 Schmitt-trigger in, totem-pole
7420	2 x 4 in
7422	2 x 4 in, open collector

5.1 TTL IC's

7424	4 x 2 Schmitt-trigger in, totem-pole
7426	4 x 2 in, hoge spanning
7430	1 x 8 in
7431	vertragings-element
7437	4 x 2 in, gebufferd
7438	4 x 2 in, gebufferd, open collector
7439	4 x 2 in, gebufferd, open collector
7440	2 x 4 in, gebufferd
74132	4 x 2 Schmitt-trigger in
74133	1 x 13 in
74134	1 x 12 in, tri-state
74140	2 x 4 in, 50 Ω line-drivers
74265	4 x complementaire uitgangen
74804	6 x 2 in, poorten/drivers
741000	4 x 2 in, poorten/drivers
741003	4 x 2 in, gebufferd, open collector
741010	3 x 3 in
741020	2 x 4 in, gebufferd
741804	6 x 2 in, drivers
748003	2 x 2 in
7411000	4 x 2 in
7411010	3 x 3 in
7411020	2 x 4 in
7411030	1 x 8 in

NOR-poorten

7402	4 x 2 in
7423	2 x 4 in, uitbreidbaar, met strobe
7425	2 x 4 in, met strobe
7427	3 x 3 in
7428	4 x 2 in, gebufferd
7433	4 x 2 in, gebufferd, open collector
7436	4 x 2 in
74260	2 x 5 in
74805	6 x 2 in, drivers
741002	4 x 2 in, gebufferd
744002	2 x 4 in
744078	8 x 1 in, OR/NOR
744036	4 x 2 in, drivers
7411002	4 x 2 in
7411027	3 x 3 in

5.1 TTL IC's

EXOR/EXNOR-poorten

7486	4 EXOR-poorten met twee ingangen
74135	4 EXOR/EXNOR-poorten met twee ingangen, omschakeling EXOR/EXNOR
74136	4 EXOR-poort
74266	4 EXNOR-poorten met twee ingangen, open collector uitgang
74316	4 EXOR-poorten met twee ingangen, open collector uitgangen
74386	4 EXOR-poorten met twee ingangen
74810	4 x 2 in EXNOR
74811	4 x 2 in EXNOR, open collector uitgangen
747266	4 x 2 in EXNOR

Schmitt-trigger poorten

7413	2 x 4 in NAND
7414	6 x inverter
7418	2 x 4 in NAND
7419	6 x inverter
7424	4 x 2 in NAND
74132	4 x 2 in NAND
747001	4 x 2 in AND
747002	4 x 2 in NOR
747003	4 x 2 in NAND
747032	4 x 2 in OR

Complexe poorten

7423	2 x 4 in uitbreidbare NOR
7450	2 x 2-wide AND-OR-INVERT
7451	2 x AND-OR-INVERT
7452	uitbreidbare AND-OR
7453	uitbreidbare 4-wide AND-OR-INVERT
7454	4-wide AND-OR-INVERT
7455	2-wide AND-OR-INVERT
7460	2 x expander
7461	3 x expander
7462	expander
7464	AND-OR-INVERT
7465	AND-OR-INVERT met open collector
747006	multifunctie poort, NAND-NOR-INVERT

Level-shifters

7406	6 x inverter/buffer, 30 V
7407	6 x buffer, 30 V
7416	6 x inverter/buffer, 15 V

5.1 TTL IC's

7417	6 x buffer, 15 V
7426	2 x 2-in NAND, 15 V
74901	6 x inverterende buffer, CMOS-naar-TTL
74903	6 x inverterende buffer, PMOS-naar-TTL of CMOS
74902	6 x buffer, CMOS-naar-TTL
74904	6 x buffer, PMOS-naar-TTL of CMOS
744049	6 x invertor/CMOS-HCMOS converter
744050	6 x buffer/CMOS-HCMOS converter

Inverters, buffers en line-drivers (zie ook transceivers)

7404	6 inverters
7405	6 inverters met open collector uitgangen
7406	6 inverterende buffers/drivers met open collector uitgangen voor hoge spanning
7407	6 buffers/drivers met open collector uitgangen voor hoge spanning
7414	6 inverters met Schmitt-trigger ingangen
7416	6 inverterende buffers met open collector uitgangen voor hoge spanning
7417	6 buffers/drivers met open collector uitgangen voor hoge spanning
7419	6 inverters met Schmitt-trigger ingangen en totempole uitgangen
7434	6 niet-inverters
7435	6 niet-inverters met open collector uitgangen
74125	4 bus-bufferpoorten met 3-state uitgangen
74126	4 bus-bufferpoorten met 3-state uitgangen
74128	4 lijndrivers, 50 Ω
74365	6 busdrivers met 3-state uitgangen en gate-enable
74366	6 busdrivers met geïnv. 3-state uitgangen met gate-enable
74367	6 busdrivers met 3-state uitgangen, 2 aparte gates voor 2 x 3-bit-organisatie
74368	6 busdrivers met geïnv. 3-state uitgangen, 2 aparte gates voor 2 x 3-bit-organisatie
74425	4 poorten met 3-state uitgangen, laag actief
74426	4 poorten met 3-state uitgangen, hoog actief
74465	8 buffers met 3-state uitgangen, actief wanneer 2 enables beiden laag
74466	8 buffers met geïnverteerde 3-state uitgangen, actief wanneer 2 enables beiden laag
74467	8 buffers met 3-state uitgangen, 2 aparte (4 om 4) laag actieve enables
74468	8 buffers met geïnverteerde 3-state uitgangen, 2 aparte (4 om 4) laag actieve enables
74800	3 x AND/NAND-driver met 4 ingangen
74802	3 x OR/NOR-driver met 4 ingangen
74827	10 x line-driver, 3-state
74886	6 x EXOR line-driver
74906	6 x N-channel open-drain buffer
74907	6 x P-channel open-drain buffer
74941	8 x buffers/line-receivers/line-drivers met 3-state uitgangen

5.1 TTL IC's

741004	6 gebufferde inverters
741005	6 gebufferde inverters met open collector uitgangen
741034	6 drivers
741035	6 buffers met open collector uitgangen
741036	4 x NOR-driver, 2 x in
741240	8 x line-driver
741244	8 x line-driver
741805	6 x NOR-driver, 2 x in
742240	8 x buffer, 30 Ω
742244	8 x buffer, 30 Ω
742245	8 x buffer, 30 Ω
742541	8 x buffer/driver, 3-state
744049	6 inverterende buffers
744050	6 niet-inverterende buffers
7416244	16 x buffer/driver, 3-state
7416541	16 x buffer/driver, 3-state
7416825	18 x buffer/driver, 3-state
7416822	20 x buffer/driver, 3-state
74162240	16 x buffer/driver, 30 Ω, 3-state
74162244	16 x buffer/driver, 30 Ω, 3-state

Transceivers

74226	4 transceivers met parallelle latches
74230	8 busdriver 3-state uitgangen
74240	8 buffers/lijndrivers, inverterende 3-state uitgangen
74241	8 buffers/lijndrivers met 3-state uitgangen
74242	4 transceivers met inverterende 3-state uitgangen
74243	4 transceivers met 3-state uitgangen
74244	8 buffers/lijndrivers met 3-state uitgangen
74245	8 transceivers met 3-state uitgangen
74340	8 buffers/lijndrivers met Schmitt-trigger ingangen en inverterende 3-state uitgangen
74341	8 buffers/lijndrivers met Schmitt-trigger ingangen en 3-state uitgangen
74344	8 buffers/lijndrivers met Schmitt-trigger ingangen en inverterende 3-state uitgangen
74365	6 bus-drivers met 3-state uitgangen
74366	6 bus-drivers met inverterende 3-state uitgangen
74367	6 bus-drivers met 3-state uitgangen
74368	6 bus-drivers met inverterende 3-state uitgangen
74438	bi-directionele data-poort
74440	4 tridirectionele transceivers, open collector uitgangen
74441	4 tridirectionele transceivers, inverterende open collector uitgangen
74442	4 tridirectionele transceivers met 3-state uitgangen

5.1 TTL IC's

74443	4 tridirectionele transceivers met inverterende 3-state uitgangen
74444	4 tridirectionele transceivers met inverterende- en niet-inverterende 3-state uitgangen
74446	4 transceivers, inverterende 3-state uitgangen (richting per kanaal instelbaar)
74448	4 tridirectionele transceivers, inverterende- en niet-inverterende open col. uitgangen
74449	4 transceivers met 3-state uitgangen (richting per kanaal instelbaar)
74540	8 buffers/lijndrivers, inverterende 3-state uitgangen
74541	8 buffers/lijndrivers met 3-state uitgangen
74543	8 transceivers, 3-state
74544	8 transceivers, 3-state
74620	8 transceivers met inverterende 3-state uitgangen
74621	8 transceivers met open collector uitgangen
74622	8 transceivers met inverterende open collector uitgangen
74623	8 transceivers met 3-state uitgangen
74638	8 transceivers, A-bus met open collector, B-bus met 3-state uitgangen
74639	8 transceivers, A-bus met open collector, B-bus met 3-state uitgangen
74640	8 transceivers met Schmitt-trigger ingangen en inverterende 3-state uitgangen
74641	8 transceivers met Schmitt-trigger ingangen en 3-state uitgangen
74642	8 transceivers met Schmitt-trigger ingangen en inverterende o.c.-uitgangen
74643	8 transceivers met Schmitt-trigger ingangen en 3-state uitgangen
74644	8 transceivers met Schmitt-trigger ingangen en open collector uitgangen
74645	8 transceivers met Schmitt-trigger ingangen en 3-state uitgangen
74646	8 transceivers/registers met 3-state uitgangen
74647	8 transceivers/registers open collector uitgangen
74648	8 transceivers/registers met inverterende 3-state uitgangen
74649	8 transceivers/registers met inverterende open collector uitgangen
74651	8 transceivers/registers met inverterende 3-state uitgangen
74652	8 transceivers/registers met 3-state uitgangen
74653	8 transceivers/registers
74654	8 transceivers/registers
74657	8 transceivers met parity checker
74833	8 transceivers met parity checker
74853	8 transceivers met parity checker
74861	10-bit transceiver, 3-state
74863	9-bit transceiver, 3-state
74877	8 transceivers/registers
74899	2 x 9-bit transceiver met parity checker, 3-state
741241	8 transceivers
741242	4 transceivers
741243	4 transceivers
741245	8 transceivers
741620	8 transceivers
741621	8 transceivers

5.1 TTL IC's

741622	8 transceivers
741623	8 transceivers
741638	8 transceivers
741639	8 transceivers
741640	8 transceivers
741641	8 transceivers
741642	8 transceivers
741643	8 transceivers
741644	8 transceivers
741645	8 transceivers
742620	8 transceivers/drivers
742645	8 transceivers, 3-state
742952	8 transceivers, 3-state
742953	8 transceivers, 3-state
743205	10-bit BTL transceiver
745245	8 transceivers, 3-state
745620	8 transceivers, 3-state
7411240	8 buffers/lijndrivers met inverterende 3-state uitgangen
7411241	8 buffers/lijndrivers met 3-state uitgangen
7411244	8 buffers/lijndrivers met 3-state uitgangen
7411245	8 transceivers met 3-state uitgangen
7411620	8 transceivers met inverterende 3-state uitgangen
7411623	8 transceivers met 3-state uitgangen
7411640	8 transceivers met inverterende 3-state uitgangen
7411643	8 transceivers met inverterende en niet-inverterende 3-state uitgangen
7411646	8 transceivers/registers met 3-state uitgangen
7416245	16 transceivers, 3-state
7416500	18 transceivers, 3-state
7416501	18 transceivers, 3-state
7416543	16 transceivers, latched
7416646	16 transceivers/registers, 3-state
7416652	16 transceivers, 3-state
7416899	16 transceivers met parity checkers, 3-state
7416952	16 transceivers, 3-state
74161543	16 transceivers, 3-state
16162245	8 transceivers, 30 Ω, 3-state

Type-D flip-flop's

7474	2 x D-FF, preset en clear
74171	4 x D-FF, clear
74174	6 x D-FF, clear
74175	4 x D-FF, clear
74273	8 x D-FF, clear

5.1 TTL IC's

74374	8 x D-FF, 3-state
74377	8 x D-FF, enable
74378	6 x D-FF, enable
74379	4 x D-FF, enable
74534	8 x D-FF, 3-state, geïnverteerd
74564	8 x D-FF, 3-state, geïnverteerd
74574	8 x D-FF, 3-state
74575	8 x D-FF, clear, 3-state
74576	8 x D-FF, 3-state, geïnverteerd
74577	8 x D-FF, 3-state, geïnverteerd
74803	4 x D-FF, gelijke vertragingen
74821	10 x D-FF, 3-state
74822	10 x D-FF, 3-state, geïnverteerd
74823	9 x D-FF, 3-state
74824	9 x D-FF, 3-state, geïnverteerd
74825	8 x D-FF, 3-state
74826	8 x D-FF, 3-state, geïnverteerd
74874	2 x 4 D-FF, clear, 3-state
74876	2 x 4 D-FF, preset, 3-state, geïnverteerd
74878	2 x 4 D-FF, clear, 3-state
74879	2 x 4 D-FF, clear, 3-state, geïnverteerd
745074	2 x D-FF
7411074	2 x D-FF, preset en clear
7411374	8 x D-FF, 3-state
7411534	8 x D-FF, 3-state
7416273	16 x D-FF
7416374	16 x D-FF, 3-state
7416821	20-bit D-FF, 3-state
7416823	18 x D-FF, 3-state

Type-J-K flip-flop's

7470	positive edge-triggered J-K met AND-ingangen, preset en clear
7472	J-K master-slave met preset en clear
7473	2 x J-K met clear
7476	2 x J-K met preset en clear
7478	2 x J-K met preset en gemeenschappelijke clock en clear
74104	J-K master-slave met AND-ingangen
74105	J-K master-slave met AND-ingangen
74107	2 x J-K met clear
74109	2 x pos. edge-triggered J-K met preset en clear
74110	J-K master-slave met AND-ingangen en data-lockout
74111	2 x J-K master-slave met data-lockout
74112	2 x neg. edge-triggered J-K met preset en clear

5.1 TTL IC's

74113	2 x neg. edge-triggered J-K met preset
74114	2 x neg. edge-triggered J-K met preset en gemeenschappelijke clock en clear
74276	4 x J-K met aparte clock en gemeenschappelijke preset en clear
74376	4 x J-K met gemeenschappelijke clock en clear
7411109	2 x J-K met preset en clear

Latches

7475	4-bit latch
7477	4-bit latch
74100	8-bit latch
74116	2 x 4-bit latches met clear
74118	6 x set-reset latches
74119	6 x set-reset latches
74256	2 x 4-bit adresseerbare latch
74259	8-bit adresseerbare latch
74279	4 x set-reset latches
74375	4-bit latch
744724	8-bit adresseerbare latch
7416373	16-bit transparante latch
7416841	20-bit latch

Latches met tri-state uitgangen

74173	4-bit D-type register, 3-state uitgangen
74373	8 x D-type latches, 3-state uitgangen
74533	8 x D-type latches, inverterende 3-state uitgangen
74563	8 x D-type latches, 3-state uitgangen
74564	8 x D-type edge-triggered flip-flop's met 3-state uitgangen
74573	8 x D-type latches, 3-state uitgangen
74580	8 x D-type latches, inverterende 3-state uitgangen
74841	10-bit bus interface D-type latch met 3-state uitgangen
74842	10-bit bus interface D-type latch, inverterend, met 3-state uitgangen
74843	9-bit bus interface D-type latch met 3-state uitgangen
74844	9-bit bus interface D-type latch, inverterend, met 3-state uitgangen
74845	8-bit bus interface D-type latch met 3-state uitgangen
74846	8-bit bus interface D-type latch, inverterend, met 3-state uitgangen
74873	2 x 4-bit D-type latches, met 3-state uitgangen
74880	2 x 4-bit D-type latches, met inverterende 3-state uitgangen
7411373	8 x D-type latches, 3-state
7411533	8 x D-type latches, 3-state

Binaire tellers

7469	2 x 4-bit binaire teller
7493	4-bit binaire teller

5.1 TTL IC's

74161	synchrone binaire teller met directe clear
74163	synchrone binaire teller met synchrone clear
74169	synchrone op/neer binaire teller
74177	instelbare binaire teller
74191	synchrone op/neer binaire teller
74193	synchrone op/neer binaire teller met clear en aparte klok-ingangen
74197	instelbare binaire teller
74292	programmeerbare frequentie-deler, 2^2 t/m 2^{31}
74293	4-bit binaire teller
74294	programmeerbare frequentie-deler, 2^2 t/m 2^{15}
74393	2 x 4-bit binaire teller
74461	8-bit binaire teller
74469	8-bit op/neer binaire teller
74491	10-bit teller
74561	synchrone binaire teller met 3-state uitgangen
74569	synchrone op/neer binaire teller met 3-state uitgangen
74590	8-bit binaire teller met 3-state output registers
74591	8-bit binaire teller met open collector output register
74592	8-bit binaire teller met input registers
74593	8-bit binaire teller met 3-state input-registers en counter outputs
74669	synchrone op/neer binaire teller
74691	synchrone binaire teller met directe clear, output-registers en 3-state uitgangen
74693	synchrone binaire teller met synchrone clear, output-registers en 3-state uitgangen
74697	synchrone op/neer binaire teller, directe clear, output-registers en 3-state uitgangen
74699	synchrone op/neer binaire teller, synchrone clear, output-registers en 3-state uitgangen
74867	synchrone 8-bit op/neer teller met asynchrone clear
74869	synchrone 8-bit op/neer teller met asynchrone clear
744020	14-bit binaire teller
744024	7-bit binaire teller
744040	12-bit binaire teller
744060	14-traps binaire teller en oscillator
744061	14-traps binaire teller en oscillator

BCD-tellers

7468	2 x 10-teller
7490	10-teller (2 en 5)
74160	synchrone 10-teller met directe clear
74162	synchrone 10-teller met synchrone clear
74168	synchrone op/neer 10-teller
74176	instelbare 10-teller (2 en 5)

5.1 TTL IC's

74190	synchrone op/neer 10-teller (BCD)
74192	synchrone op/neer 10-teller met aparte op-/neer-clock-ingangen (BCD met clear)
74196	instelbare 10-teller (2 en 5)
74290	10-teller (2 en 5)
74390	2 x 10-teller (2 en 5 of BCD)
74490	2 x 10-teller
74560	synchrone 10-teller met 3-state uitgangen
74568	synchrone op/neer 10-teller met 3-state uitgangen
74668	synchrone op/neer 10-teller
74690	synchrone 10-teller met uitgangsregisters en gemultiplexte 3-state uitgangen
74692	synchrone 10-teller met uitgangsregisters en gemultiplexte 3-state uitgangen
74696	synchrone op/neer 10-teller met uitgangsregisters en gemultiplexte 3-state uitgangen
74698	synchrone op/neer 10-teller met uitgangsregisters en gemultiplexte uitgangen

Tellers volgens afwijkende code of met omschakelbare code

7456	frequentie-deler :50
7457	frequentie-deler :60
7492	deel-door-12 teller

Tellers met gedecodeerde uitgangen

74142	BCD-teller/latch/decoder/driver voor "Nixie"-buisjes
74143	4-bit teller/latch/7-segment decoder/driver voor LED-indicatoren
74144	4-bit teller/latch/7-segment decoder/driver voor "Numitron"/LED-indicatoren
74145	BCD-naar-decimaal decoder/driver
74925	4-digit counter met gemultiplexte 7-segment output drivers
74926	4-digit counter met gemultiplexte 7-segment output drivers
74927	4-digit counter met gemultiplexte 7-segment output drivers
74928	4-digit counter met gemultiplexte 7-segment output drivers
74945	4-digit up/down counter/latch/decoder/driver
74946	4 1/2-digit counter/decoder/driver voor LCD-display
74947	4-digit up/down counter/latch/decoder/driver
744017	5-traps deel-door-10 Johnson teller met 10 gedecodeerde uitgangen en carry
744022	4-traps deel-door-8 Johnson teller met 8 gedecodeerde uitgangen en carry
747022	4-traps deel-door-8 Johnson teller met 8 gedecodeerde uitgangen en carry

Schuifregisters

7491	8-bit serie-in, serie-uit
7494	4-bit parallel/serie-in, serie-uit
7495	4-bit parallel-in/uit, serie-in, links/rechts
7496	5-bit parallel-in/uit, serie-in
74164	8-bit serie-in, parallel-uit
74165	8-bit parallel-in, serie-uit

5.1 TTL IC's

74166	8-bit parallel/serie-in, serie-uit
74178	4-bit synchroon parallel/serie-in, parallel-uit
74179	4-bit synchroon parallel/serie-in, parallel-uit, directe clear, QD-uit complementair
74194	4-bit parallel-in/uit, serie-in, links/rechts
74195	4-bit parallel-in/uit, JK serie-in, serie-uit, QD-uit complementair
74198	8-bit parallel-in/uit serie-in, links/rechts
74199	8-bit parallel-in/uit, JK serie-in, links/rechts
74295	4-bit parallel-in/uit serie-in, links/rechts, 3-state
74299	8-bit gemultiplexte parallel-in/uit, serie-in/uit, links/rechts met opslag-register, 3-state
74322	8-bit gemultiplexte parallel-in/uit, serie-in/uit met opslag-register, 3-state, sign-extend
74323	8-bit gemultiplexte parallel-in/uit, serie-in, met opslag-register, links/rechts, 3-state
74395	4-bit parallel-in/uit, serie-in, 3-state, cascade-uit
74396	8-voudig 2-traps opslagregister
74498	8-bit schuifregister
74594	8-bit serie-in, parallel-uit, met uitgangs-register
74595	8-bit serie-in, parallel-uit, 3-state, met uitgangs-register, directe SR-clear
74596	8-bit serie-in, parallel-uit, open-collector, met uitgangsregister, directe SR-clear
74597	8-bit serie-in, parallel-uit, met ingangsregister, directe SR-load en SR-clear
74598	8-bit parallel-in/uit, serie-in/uit met ingangsregister, 3-state, directe SR-load en SR-clear
74599	8-bit serie-in, parallel-uit, open-collector, met uitgangsregister
74671	4-bit universeel met opslag-register, 3-state, directe SR-clear
74672	4-bit universeel met opslag-register, 3-state, synchrone SR-clear
74673	16-bit serie-in/uit (3-state), 16-bit opslag-register, parallel-uit
74674	16-bit parallel-in, serie-uit
74589	8-bit schuifregister, ingangslatches, 3-state uitgangen
74952	8-bit schuifregister, 3-state
74962	8-bit schuifregister, 3-state

Register files

74170	4-by-4 register file, open collector
74172	16-bit multiple-port register file, 3-state
74264	look-ahead carry generator voor tellers
74380	multifunctie octaal register
74670	4-by-4 register file, 3-state
74870	2 x 16-by-4 register files, 3-state buffer
74871	2 x 16-by-4 register files, 3-state buffer
747074	6 x multifunctie schakeling

5.1 TTL IC's

BCD/binair-naar-decimaal omzetters

7442	BCD-naar-decimaal omzetter
7445	BCD-naar-decimaal omzetter/driver (relais, lampen, MOS)
74141	BCD-naar-decimaal omzetter/driver (“Nixie” buizen)
74445	BCD-naar-decimaal omzetter/driver (relais, lampen, MOS)

Code omzetters (overige)

7443	Excess-3-naar-decimaal omzetter
7444	Excess-3-Gray-naar-decimaal omzetter
74184	BCD-naar-binair omzetter, 6-bit
74185	binair-naar-BCD omzetter, 6-bit
74484	BCD-naar-binair omzetter, 9-bit, tri-state uitgangen
74485	binair-naar-BCD omzetter, 9-bit, tri-state uitgangen

Decoders/digitale multiplexers

74131	3-naar-8 decoder, edge-triggered adres registers
74137	3-naar-8 decoder
74138	3-naar-8 decoder
74139	2-naar-4 decoder
74147	10-naar-4 priority encoder
74148	8-naar-3 priority encoder
74154	4-naar-16 decoder
74155	decoder/demultiplexer met totem-pole uitgangen 2 x 2-naar-4, 2 x 1-naar-4, 3-naar-8 of 1-naar-8
74156	decoder/demultiplexer met open collector uitgangen 2 x 2-naar-4, 2 x 2-naar-4, 3-naar-8 of 1-naar-8
74159	4-naar-16 decoder met open collector uitgangen
74237	3-naar-8 decoder/multiplexer met adres-latches
74238	3-naar-8 decoder/demultiplexer
74239	2 x 2-naar-4 decoders/demultiplexers
74348	8-naar-3 priority encoder met 3-state uitgangen
74538	3-naar-8 decoder/demultiplexer met 3-state uitgangen
74539	2 x 2-naar-4 decoders/demultiplexers met 3-state uitgangen
744514	4-naar-16 lijnen decoder/demultiplexer (actief HOOG)
744515	4-naar-16 lijnen decoder/demultiplexer (actief LAAG)

Data selectors / digitale multiplexers

74150	1-uit-16 data selector/multiplexer
74151	1-uit-8 data selector/multiplexer
74152	1-uit-8 data selector/multiplexer
74153	2 x 4-naar-1 lijn data selector/multiplexer
74157	4 x 2-naar-1 lijn data selector/multiplexer

5.1 TTL IC's

74158	4 x 2-naar-1 lijn data selector/multiplexer, INV
74251	1-uit-8 data selector/multiplexer, complementaire 3-state uitgang
74253	2 x 1-uit-4 data selector/multiplexer, 3-state
74257	4 x 2-naar-1 data selector/multiplexer, 3-state
74258	4 x 2-naar-1 data selector/multiplexer, geïnverteerde 3-state uitgang
74298	4 x 2-naar-1 multiplexer met geheugen
74351	2 x 8-naar-1 lijn data selector/multiplexer, met 4 gemeenschappelijke ingangen, 3-state
74352	2 x 4-naar-1 lijn data selector/multiplexer
74353	2 x 4-naar-1 lijn data selector/multiplexer, met 3-state uitgang
74354	8-naar-1 lijn data selector/multiplexer/transparant register, 3-state
74355	8-naar-1 lijn data selector/multiplexer/transparant register, open collector
74356	8-naar-1 lijn data selector/multiplexer/edge triggered register, 3-state uit
74357	8-naar-1 lijn data selector/multiplexer/edge triggered register, open collector
74398	4 x 2-naar-1 multiplexer met geheugen en complementaire uitgangen
74399	4 x 2-naar-1 multiplexer met geheugen
74604	8 x 2-naar-1 multiplexer met 16 latches, 3-state, voor hoge snelheid
74605	8 x 2-naar-1 multiplexer met 16 laches, open collector, hoge snelheid
74606	8 x 2-naar-1 multiplexer met 16 latches, 3-state, glitch-vrij
74607	8 x 2-naar-1 multiplexer met 16 latches, open collector, glitch-vrij
74850	16-naar-1 selector/multiplexer met 3-state uitgangen en geklokte selects
74851	16-naar-1 selector/multiplexer met 3-state uitgangen en (enable) select-control
74857	6 x 2-naar-1 universele multiplexers met 3-state uitgangen 4 operating modes (geïnverteerd/niet-geïnvereerd)

BCD-naar-7-segment decoders

7446	BCD-naar-7-segment decoder/driver (aktief laag), open collector, 30 V/40 mA
7447	BCD-naar-7-segment decoder/driver (aktief laag), open-collector, 15 V/40 mA
7448	BCD-naar-7-segment decoder/driver (aktief hoog), optrek-weerstanden, 5,5 V/6,4 mA
7449	BCD-naar-7-segment decoder/driver (aktief hoog), open-collector, 5,5 V/10 mA
74246	BCD-naar-7-segment decoder/driver (aktief laag), open-collector, 30 V/40 mA
74247	BCD-naar-7-segment decoder/driver (aktief laag), open-collector, 5 V/40 mA
74248	BCD-naar-7-segment decoder/driver (aktief hoog), optrek-weerstanden, 5,5 V/6,4 mA
74249	BCD-naar-7-segment decoder/driver (aktief hoog), open-collector, 5,5 V/10 mA
74347	BCD-naar-7-segment decoder/driver (aktief laag), open-collector, 7 V/24 mA
74447	BCD-naar-7-segment decoder/driver (aktief laag), open-collector, 7 V/24 mA

Speciale decoder/drivers

74911	4-digit expandable segment diplay controller
74912	6-digit BCD display controller/driver
74917	6-digit HEX display controller/driver

5.1 TTL IC's

74956	4-digit 17-segment alfanumerieke display/driver
74915	7-segment-naar-BCD omzetter
74922	16-key encoder
74923	20-key encoder

Full adders/subtractors

7480	gated full adder, geïnverteerde in- en uitgangen
7482	2-bit binaire full adder
7483	4-bit binaire full adder met snelle carry
74183	2 x carry-save full adders
74283	4-bit binaire full adder
74385	4 seriële adders/subtractors
74583	4-bit BCD adder met interne carry lookhead

Magnitude comparatoren

7485	4-bit magnitude comparator
74460	10-bit comparator
74518	8-bit identiteitscomparator, 20 kΩ optrekweerstanden, open-collector uitgang
74519	8-bit identiteitscomparator, open-collector uitgang
74520	8-bit identiteitscomparator, 20 kΩ optrekweerstanden, totempaal uitgang
74521	8-bit identiteitscomparator, totempaal uitgang
74522	8-bit identiteitscomparator, 20 kΩ optrekweerstanden, open-collector uitgang
74526	16-bit fuse-programmable identiteitscomparator
74527	8-bit fuse-programmable identiteitscomparator en 4-bit comparator
74528	12-bit fuse-programmable identiteitscomparator
74677	16-bit adrescomparator met enable
74678	16-bit adrescomparator met latch
74679	12-bit adrescomparator met enable
74680	12-bit adrescomparator met latch
74682	8-bit magnitude comparator, 20 kΩ optrekweerstanden
74683	8-bit magnitude comparator, 20 kΩ optrekweerstanden, open-collector uitgang
74684	8-bit magnitude comparator
74685	8-bit magnitude comparator, open-collector uit
74686	8-bit magnitude comparator
74687	8-bit magnitude comparator, open-collector uit
74688	8-bit identiteitscomparator met totempaal uitgang
74689	8-bit identiteitscomparator met open-collector uitgang
74866	8-bit magnitude comparator
74885	8-bit magnitude comparator, P-ingangen latchbaar, logische- of wiskundige functies

5.1 TTL IC's

Binaire multipliers

7497	synchrone 6-bit binaire rate multiplier
74167	synchrone decade rate multiplier
74261	2-bit x 4-bit parallelle binaire multiplier
74274	4-bit x 4-bit binaire multiplier, 3-state
74275	7-bit slice Wallace trees, 3-state
74284	4-bit x 4-bit parallelle binaire multiplier
74285	4-bit x 4-bit parallelle binaire multiplier
74384	8-bit x 1-bit two's complement multiplier

Pariteitsgeneratoren

74180	9-bit pariteitsgenerator/tester
74280	9-bit pariteitsgenerator/tester
74286	9-bit pariteitsgenerator/tester, par. I/O-busdriver

Arithmetic Logic Units, look-ahead carry-generatoren en binaire accumulatoren

74181	ALU/functiegenerator
74182	carry-generator
74281	binaire accumulator
74282	carry-generator, selecteerbare carry-ingangen
74381	ALU/functiegenerator
74382	ALU/functiegenerator
74681	binaire accumulator
74881	ALU/functiegenerator
74882	carry-generator, 32-bit

Geheugens en geheugen-controllers

7481	16-bit RAM
7484	16-bit RAM
74120	2 x puls-gesynchroniseerde geheugen-driver
74222	asynchroon FIFO-geheugen
74224	asynchroon FIFO-geheugen
74227	asynchroon FIFO-geheugen
74228	asynchroon FIFO-geheugen
74225	asynchroon FIFO-geheugen
74436	line-driver voor geheugen
74437	line-driver voor geheugen
74600	refresh-controle voor geheugen
74601	refresh-controle voor geheugen
74602	refresh-controle voor geheugen
74603	refresh-controle voor geheugen

5.1 TTL IC's

74608	geheugen controller
74610	geheugen mapper
74611	geheugen mapper
74612	geheugen mapper
74613	geheugen mapper

Analoge multiplexers

74450	16:1 multiplexer
74451	2 x 8:1 multiplexer
74453	4 x 4:1 multiplexer
744051	1 x 8-kanaals analoge multiplexer/demultiplexer
744052	2 x 4-kanaals analoge multiplexers/demultiplexers
744053	3 x 2-kanaals analoge multiplexers/demultiplexers

Oscillatoren en multivibratoren

74121	monostabiele multivibrator
74122	monostabiele multivibrator
74123	2 x monostabiele multivibrator
74124	2 x spanningsgestuurde oscillator
74221	2 x monostabiele multivibrator
74297	phase locked loop
74329	kristalgestuurde oscillator
74321	kristalgestuurde oscillator
74422	monostabiele multivibrator
74423	monostabiele multivibrator
74624	spanningsgestuurde oscillator
74625	2 x spanningsgestuurde oscillator
74626	2 x spanningsgestuurde oscillator
74627	2 x spanningsgestuurde oscillator
74628	spanningsgestuurde oscillator
74629	2 x spanningsgestuurde oscillator

Diversen

7431	vertragings-element
7463	6 x stroom/spanning omzetter
74278	4-bit priority register
74412	8-bit Multimode latch
74428	system-controller voor 8080
74502	8-bit SAR
74503	8-bit SAR
74630	16-bit foutdetectie- en correctie-circuit
74631	16-bit foutdetectie- en correctie-circuit
74632	32-bit foutdetectie- en correctie-circuit

5.1 TTL IC's

74633	32-bit foutdetectie- en correctie-circuit
74634	32-bit foutdetectie- en correctie-circuit
74635	32-bit foutdetectie- en correctie-circuit
74636	8-bit foutdetectie- en correctie-circuit
74637	8-bit foutdetectie- en correctie-circuit
74888	8-bit slicer
74890	controller voor AS888
741616	16 x 16 Multimode multiplexer
742000	direction discriminator

6/5.2

CMOS-IC's

Inhoud

CMOS-IC's

6/5.2.1

Functioneel overzicht CMOS-IC's van de (1)4xxx-familie

Opmerking vooraf

De codering van de IC's uit de 4xxx-serie is van fabrikant tot fabrikant verschillend:
– RCA gebruikt de codering zonder de (1), zoals CD4089;
– Philips voegt de (1) ook niet toe, zoals HEF4089;
– Motorola voegt wél de (1) toe, zoals in MC14089.
Bovendien zijn niet alle typen door alle fabrikanten in productie genomen.
Achter het typenummer staan vaak nog letters als achtervoegsel, zoals:
– A: de oorspronkelijke, ongebufferde en dus ongebalanceerde versie, met maximale voedingsspanning van +15 V;
– B: is een verbeterde versie, die volledige gebalanceerde uitgangen heeft en die bij RCA gegarandeerd wordt tot voedingsspanningen van +20 V, maar waar men in de praktijk uit veiligheidsoverwegingen toch niet meer dan +18 V op moet zetten;
– BU: een ongebufferde versie van de B-versie, dus wel met voedingspanningen tot +18 V.

AND-poorten

(1)4073	3 x 3 in
(1)4081	4 x 2 in
(1)4082	2 x 4 in

OR-poorten

(1)4071	4 x 2 in
(1)4072	2 x 2 in
(1)4075	3 x 3 in
(1)4570	4 x 2 in

NAND-poorten

(1)4011	4 x 2 in
(1)4012	2 x 4 in
(1)4023	3 x 3 in
(1)4068	1 x 8 in
(1)40107	2 x 2 in, buffer/driver, open drain

5.2 CMOS-IC's

NOR-poorten

(1)4000	2 x 3 in + inverter
(1)4001	4 x 2 in
(1)4002	2 x 4 in
(1)4025	3 x 3 in
(1)4078	1 x 8 in

EXOR/EXNOR poorten

(1)4030	4 x 2 in EXOR
(1)4070	4 x 2 in EXOR
(1)4077	4 x 2 in EXNOR
(1)4507	4 x 2 in EXOR
(1)4519	4 x 2 in EXNOR, 4 x 2 naar 1 multiplexer

Schmitt-trigger poorten

(1)4093	4 x 2 in NAND
(1)4106	6 x inverter
(1)4583	2 x Schmitt-trigger met instelbare triggerniveaus
(1)4584	6 x inverter
(1)40106	6 x inverter

Complexe poorten

(1)4019	4 x 2 AND-OR-SELECT
(1)4037	3 x AND/OR bi-fase paren
(1)4048	multi-functionele poort, 8 in, tri-state uit
(1)4085	2 x “two-wide” AND-OR-INVERT
(1)4086	“four-wide” AND-OR-INVERT
(1)4501	drievoudige multi-functionele poort
(1)4506	2 x “two-wide” AND-OR-INVERT, tri-state uit
(1)4519	drievoudige multi-functionele poort
(1)4530	2 x 5 in meerderheidspoort
(1)4572	zesvoudige poort

Level-shifters

(1)4009	6 x inverterende CMOS-TTL converter
(1)4010	6 x bufferende CMOS-TTL converter
(1)4049	6 x inverterende CMOS-TTL converter
(1)4050	6 x bufferende CMOS-TTL converter
(1)4104	4 x laag- naar hoogspanning shifter, tri-state
(1)4504	6 x TTL-CMOS/CMOS-TTL level shifter
(1)40107	2 x NAND/level-shifter (op/neer)
(1)40109	4 x H-L/L-H level-shifter

5.2 CMOS-IC's

(1)40115	8-bit bidirectionele CMOS/TTL level-shifter
(1)40116	8-bit bidirectionele CMOS/TTL level-shifter

Inverters, buffers en line-drivers (zie ook bij transceivers)

(1)4007	2 x complementair paar + inverter
(1)4009	6 x inverterende buffer
(1)4010	6 x buffer
(1)4041	4 x true/complement buffer
(1)4049	6 x inverterende buffer
(1)4050	6 x buffer
(1)4069	6 x inverter
(1)4502	6 x inverterende buffer
(1)4503	zesvoudige tri-state buffer
(1)40107	2 x 2 NAND-buffer, open-drain

Transceivers

(1)4503	6 buffers/bus-drivers met 3-state uitgangen
(1)40097	6 buffers/bus-drivers met 3-state uitgangen
(1)40098	6 buffers/bus-drivers met inverterende 3-state uitgangen
(1)40240	8 buffers/lijndrivers met inverterende 3-state uitgangen
(1)40244	8 buffers/bus-drivers met 3-state uitgangen
(1)40245	8 bus-transceivers met 3-state uitgangen

Type D flip-flop's

(1)4013	2 x D-FF, set en reset
(1)4076	4 x D-FF, 3-state
(1)40174	6 x D-FF, clear
(1)40175	4 x D-FF, clear en complementaire uitgangen
(1)40374	8 x D-FF, 3-state

Type J-K flip-flop's

(1)4027	2 x J-K master-slave, set en reset
(1)4095	J-K master-slave met AND-ingangen
(1)4096	J-K master-slave met AND-ingangen

Latches

(1)4042	4 x D-type latches, clock met instelbare polariteit
(1)4043	4 x NOR R-S latch
(1)4044	4 x NAND R-S latch
(1)4099	8-bit adresseerbare latch
(1)4597	8-bit bus-compatibele teller met latches
(1)4598	8-bit bus-compatibele adresseerbare latch

5.2 CMOS-IC's

(1)4599	8-bit adresseerbare latch
(1)4724	8-bit adresseerbare latch

Latches met tri-state uitgangen

(1)4043	4 x R/S-latches, 3-state
(1)4044	4 x R/S-latches, 3-state
(1)4508	2 x 4-bit latches, 3-state
(1)40373	8 x D-type latches, 3-state

Binaire tellers

(1)4020	14-bit binaire teller
(1)4024	7-traps binaire teller
(1)4040	12-traps binaire teller
(1)4045	21-traps binaire teller met oscillator
(1)4060	14-traps binaire teller met oscillator
(1)4161	presetbare binaire teller
(1)4163	presetbare binaire teller
(1)4516	presetbare binaire op/neer-teller
(1)4520	2 binaire tellers
(1)4521	24-traps frequentie-deler
(1)40103	8-traps presetbare synchrone neer-teller
(1)40161	presetbare binaire teller
(1)40163	presetbare binaire teller
(1)40193	presetbare 4-bit op/neer-teller

BCD-tellers

(1)4510	presetbare BCD op/neer-teller
(1)4518	2 x 10-tellers
(1)4534	"real-time" 5-decaden teller
(1)4553	drie-digit BCD-teller
(1)4737	viervoudige statische decaden teller
(1)40160	presetbare 10-teller met asynchrone clear
(1)40162	presetbare 10-teller met synchrone clear
(1)41160	presetbare 10-teller met asynchrone clear
(1)41162	presetbare 10-teller met synchrone clear
(1)40192	presetbare op/neer 10-teller

Tellers volgens afwijkende code of met omschakelbare code

(1)4018	presetbare n-teller
(1)4029	4-bit presetbare op/neer-teller, binair of decimaal
(1)4059	programmeerbare n-teller
(1)4522	programmeerbare deel-door-n BCD neer-teller

5.2 CMOS-IC's

(1)4526	programmeerbare deel-door-n binaire teller
(1)4566	industriële tijdbasis generator
(1)4569	2 x programmeerbare deel-door-n binaire/BCD neer-tellers
(1)40102	8-traps presetbare decimale neer-teller

Tellers met gedecodeerde uitgangen

(1)4017	5-traps Johnson-teller
(1)4022	4-traps Johnson-teller
(1)4026	10-teller/deler met 7-segment decoder/driver
(1)4033	10-teller/deler met 7-segment decoder/driver
(1)4536	programmeerbare timer, 24-traps binaire teller, one-shot uitgang (timer)
(1)4553	3-cijferige BCD-teller met oscillator, latches en multiplexer

Schuifregisters

(1)4006	18-traps, instelbaar
(1)4014	8-bit, synchroon parallel-in, serie-in/uit
(1)4015	2 x 4-bit, serie-in/parallel-uit, reset
(1)4021	8-bit, asynchroon parallel-in, synchroon serie-in/serie-uit
(1)4031	64-traps serie-in/serie-uit
(1)4034	8-bit universeel busregister
(1)4035	4-bit parallel-in/uit, true/complement ingang en clear
(1)4062	200-traps dynamisch, 1- of 2-fase clock
(1)4094	8-traps schuif-/opslagregister serie-in/parallel-uit, tri-state
(1)4194	4-bit bidirectioneel, serie-in/-uit, parallel-in/-uit, hold, reset
(1)4517	2 x 64-bit, aftakkingen per 16-bit
(1)4557	1 tot 64-bit (variabel), serie-in/-uit
(1)4562	128-bit, aftakkingen per 16-bit
(1)4580	4 x 4 Multiport register
(1)4731	4 x 64-bit, serie-in/-uit
(1)40100	32-traps, LIFO, FIFO, recirculeren
(1)40105	16 x 4-bit FIFO met tri-state uitgangen
(1)40194	4-bit bidirectioneel, serie-in/-uit, parallel-in/-uit, hold, reset
(1)40195	4-bit parallel-in/-uit, clear
(1)41195	4-bit parallel-in/-uit, clear

Code-omzetters

(1)4028	BCD-naar-decimaal en binair-naar-octaal omzetter
(1)4419	2 bij 8 toetsenbord matrix naar binair

Data selectors, decoders,-digitale multiplexers

(1)4019	4 x 2-naar-1 data selector/multiplexer
(1)4512	achtkanaals data selector/multiplexer met tri-state uitgangen

5.2 CMOS-IC's

(1)4514	4-naar-16 decoder, 4-bit latch, aktief hoge uitgangen
(1)4515	4-naar-16 decoder, 4-bit latch, aktief lage uitgangen
(1)4519	4 x 2-naar-1 data selector/multiplexer of 4-bit AND/OR selector
(1)4532	8-naar-3 priority encoder
(1)4539	2 x 4-naar-1 data selector/multiplexer
(1)4555	2 x binair naar 1-uit-4 decoder/demultiplexer, aktief hoge uitgangen
(1)4556	2 x binair naar 1-uit-4 decoder/demultiplexer, aktief lage uitgangen
(1)40147	10-naar-4 BCD priority encoder
(1)40257	4 x 2-naar-1 data selector/multiplexer met tri-state uitgangen

BCD-naar-7-segment decoders, display-drivers

(1)4054	4-segment display driver (level shifter)
(1)4055	BCD-naar-7-segment decoder/driver
(1)4056	BCD-naar-7-segment latch/decoder/driver
(1)4493	binair-naar-7-segment latch/decoder/driver
(1)4494	binair-naar-7-segment latch/decoder/driver
(1)4495	hexadecimaal-naar-7-segment latch/decoder/driver, aktief hoge uitgangen
(1)4499	4-digit 7-segment LED-display decoder/driver (aktief HOOG) met seriële interface
(1)4511	BCD-naar-7-segment latch/decoder/driver (aktief HOOG)
(1)4513	BCD-naar-7-segment latch/decoder/driver (aktief HOOG)
(1)4543	BCD-naar-7-segment latch/decoder en driver
(1)4544	BCD-naar-7-segment latch/decoder/driver (aktief HOOG) voor LCD's
(1)4547	high current BCD-naar-7-segment latch/decoder/driver (aktief HOOG)
(1)4558	BCD-naar-7-segment decoder (aktief HOOG)
(1)4754	18 segment LCD-driver voor thermometer schalen
(1)40110	op/neer-teller met latch/decoder/driver voor 7-segment
(1)44100	32-segment duplex mode LED-driver
(1)44115	16-segment LCD-driver
(1)44117	4-digit duplex mode LCD-driver met decoder
(1)45000	gemultiplexte 48 segment LCD-driver met seriële ingang (master)
(1)45001	gemultiplexte 44 segment LCD-driver met seriële ingang (slave)
(1)45453	LCD-driver met seriële interface

Full adders/subtractors

(1)4008	4-bit full adder met snelle carry
(1)4032	drievoudige seriële adder voor positieve logica
(1)4038	drievoudige seriële adder voor negatieve logica
(1)4560	NBCD-adder (subtractor bij gebruik van (1)4561)
(1)4561	9's complementer
(1)4582	carry block voor full adders
(1)40182	look ahead carry generator

5.2 CMOS-IC's

Magnitude comparatoren/pariteits checkers

(1)4063	4-bit magnitude comparator
(1)4531	12-bit pariteits checker
(1)4585	4-bit magnitude comparator
(1)40101	9-bit pariteits checker

Binaire multipliers

(1)4089	binaire rate multiplier
(1)4527	BCD rate multiplier
(1)4554	2-bit x 2-bit binaire multiplier

Arithmetic Logic Unit's (ALU's)

(1)4581	4-bit ALU
(1)40181	4-bit ALU

Geheugens

(1)4426	8 x 14-bit statisch RAM voor tuners
(1)4505	64 x 1-bit statisch RAM
(1)4524	256 x 4-bit ROM
(1)4537	256 x 1-bit statisch RAM
(1)4552	64 x 4-bit statisch RAM
(1)4580	4 x 4 Multiport register
(1)4720	256 x 1-bit RAM
(1)40108	4 x 4 Multiport register
(1)40208	4 x 4 Multiport register
(1)44102	16 x 16-bit statisch RAM

Successive approximation registers

(1)4549	8-bit SAR met MR-ingang, uitbreidbaar
(1)4559	8-bit SAR met FF-ingang voor verkorte cyclus

ADC en DAC

(1)4433	3,5-digit ADC
(1)4442	microprocessor-compatibele ADC
(1)4443	zeskanaals ADC subsysteem
(1)4444	microprocessor-compatibele ADC
(1)4447	zeskanaals ADC subsysteem
(1)44110	zesvoudige DAC
(1)44111	viervoudige DAC
(1)45040	seriële ADC
(1)45041	seriële ADC

5.2 CMOS-IC's

Operationele versterkers en comparatoren

(1)4573 viervoudige programmeerbare operationele versterker
(1)4574 viervoudige programmeerbare comparator
(1)4575 tweevoudige operationele versterker of comparator

Analoge multiplexers

(1)4016 4 x analoge omschakelaar
(1)4051 achtkanaals analoge schakelaar
(1)4052 2 x vierkanaals analoge schakelaar
(1)4053 3 x tweekanaals analoge schakelaar
(1)4066 4 x analoge omschakelaar
(1)4067 zestienkanaals analoge schakelaar
(1)4097 differentiële achtkanaals analoge schakelaar
(1)4529 2 x 4-naar-1 analoge schakelaar met tri-state uitgangen
(1)4551 4 x tweekanaals analoge schakelaar
(1)4741 matrixschakelaar, van 4 horizontale lijnen naar 4 verticale lijnen met geheugen

Timers en oscillatoren

(1)4045 21-traps binaire teller met oscillator
(1)4060 14-traps binaire teller met oscillator
(1)4415 viervoudige timer met driver
(1)4536 programmeerbare timer, 24-traps binaire teller, one-shot uitgang
(1)4541 programmeerbare oscillator/timer
(1)4566 industriële tijdbasis met timer
(1)4722 binaire, programmeerbare timer/counter
(1)4753 universele timer

Astabiele en monostabiele multivibratoren

(1)4047 monostabiele/astabiele multivibrator
(1)4098 dubbele monostabiele multivibrator
(1)4528 dubbele monostabiele multivibrator
(1)4538 dubbele precisie-monostabiele multivibrator, hertriggerbaar, met clear
(1)4548 dubbele monostabiele multivibrator, hertriggerbaar, met clear

Phase locked loop's (PLL) en frequentie-synthesizers

(1)4046 PLL
(1)4568 fase comparator met programmeerbare teller
(1)4750 frequentie-synthesizer
(1)4751 universele deler voor PLL's
(1)45104 PLL en frequentie-synthesizer
(1)45106 PLL en frequentie-synthesizer
(1)45107 PLL en frequentie-synthesizer

5.2 CMOS-IC's

(1)45109	PLL en frequentie-synthesizer
(1)45112	PLL en frequentie-synthesizer
(1)45143	PLL en frequentie-synthesizer
(1)45144	4-bit data-bus voor PLL en frequentie-synthesizers
(1)45145	4-bit data-bus voor PLL en frequentie-synthesizers
(1)45146	4-bit data-bus voor PLL en frequentie-synthesizers
(1)45151	PLL en frequentie-synthesizer met parallelle ingangen
(1)45152	PLL en frequentie-synthesizer met parallelle ingangen
(1)45155	PLL en frequentie-synthesizer met seriële ingangen
(1)45156	PLL en frequentie-synthesizer met seriële ingangen
(1)45157	PLL en frequentie-synthesizer met seriële ingangen
(1)45158	PLL en frequentie-synthesizer met seriële ingangen
(1)45159	PLL en frequentie-synthesizer met seriële ingangen

Schakelingen voor draadloze afstandsbediening

(1)4457	zender voor afstandsbediening
(1)4458	ontvanger voor afstandsbediening
(1)4469	adresseerbare asynchrone zender/ontvanger
(1)4497	zender voor afstandsbediening
(1)44104	zender voor afstandsbediening
(1)44105	zender voor afstandsbediening
(1)44122	ontvanger voor afstandsbediening
(1)44124	ontvanger voor afstandsbediening
(1)45026	encoder voor draadloze systemen
(1)45027	decoder voor draadloze systemen
(1)45028	decoder voor draadloze systemen
(1)45029	decoder voor draadloze systemen

Diversen

(1)4411	bit rate frequentie generator
(1)4429	geheugencontrole voor afstemtuners
(1)4430	encoder voor adressen
(1)4466	rook detector
(1)4467	rook detector
(1)4468	rook detector
(1)4490	zesvoudige onderdrukker van contactdender
(1)4500	controle-IC voor industriële toepassingen
(1)4738	IEC/IEEE bus interface
(1)4752	snelheidsregelaar voor wisselstroom motoren
(1)4755	transceiver voor seriële data-communicatie
(1)40117	2 x 4-bit terminator
(1)44130	stereo-decoder voor TV-systemen
(1)45414	tweevoudig laagdoorlaat filter

5.2 CMOS-IC's

6/10

Connector-systemen en internationale standaarden

Inhoud

[1] Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

6/10.18

Connectoren voor hometheater apparatuur

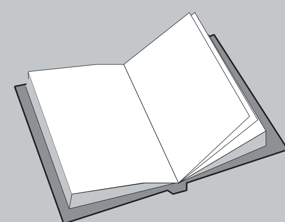
Inleiding

Steeds hogere eisen
De steeds hogere bandbreedtes die gebruikt worden bij het weergeven van video en audio stellen steeds hogere eisen aan de connectoren en kabels waarmee u de signalen van het ene naar het andere apparaat transporteert. In het analoge tijdperk had een videosignaal een bandbreedte van 5,5 MHz en een audiosignaal een bandbreedte van 20 kHz. High Definition TV in optimale beeldkwaliteit met een resolutie van 1.920 bij 1.080 pixels vergt een bandbreedte van niet minder dan 35 Mb/s! Het zal duidelijk zijn dat uw ouderwetse simpele afgeschermde kabeltjes met cinch-connectoren niet meer bruikbaar zijn voor het transporteren van dergelijke hoeveelheden gegevens.
In de voorbije jaren is er dan ook een aantal alternatieven ontwikkeld voor het transport van audio en video tussen hometheater apparatuur, die wij in dit hoofdstuk voorstellen.
Maar eerst gaan we wat algemene eigenschappen van goede kabels bespreken.

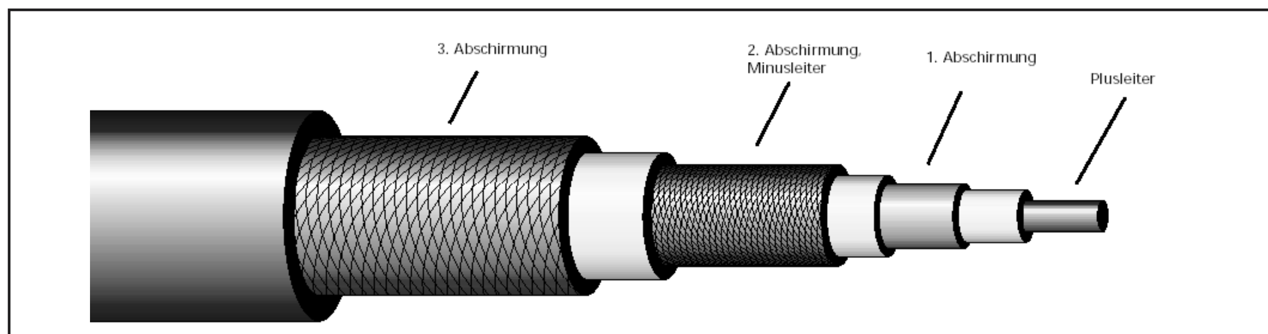
Impedantie
De impedantie is een van de belangrijkste eigenschappen van audio- en videokabels. Daar bestaat een eenvoudige standaardisatie voor: videokabels hebben een impedantie van 75 Ω, audiokabels hebben een impedantie van 50 Ω.
Dat lijkt eenvoudig, maar toch zou u kunnen vaststellen dat er heel wat kabels worden aangeboden die niet eens voldoen aan deze allerbelangrijkste standaardisatie. Het niet naleven van deze regel heeft tot gevolg dat er signaalverlies in het hoog optreedt en dat er signaalreflecties kunnen ontstaan die in het ergste geval spookbeelden veroorzaken.

Diëlektricum
Onder diëlektricum wordt de isolatie tussen de middelste geleider en de buitenste afscherming verstaan. Goedkope kabels gebruiken PVC, maar dit is een materiaal dat helemaal niet in signaalkabels gebruikt zou mogen worden.

LEES OOK:
Hoofdstuk 6/10.1
Hoofdstuk 6/10.2



10.18 Connectoren voor hometheater apparatuur



Figuur 6/10.18-1: De samenstelling van een drievoudig afgeschermde kabel.

De diëlektrische eigenschappen zijn heel slecht en er treedt alweer signaalverlies in het hoog op. Goede diëlektrische isolatoren, zoals teflon en polyurethaan, hebben echter veel materiaal tussen de centrale ader en de afscherming nodig om aan de impedantievoorwaarde te voldoen. Goede audio- en videokabels vallen dan ook onmiddellijk op door hun diameter: kabels die minder dan 5 mm dik zijn kunt u beter niet gebruiken.

Signaalvoerende aders

De signaalvoerende ader is gemaakt van verzilverd OFC-koper. OFC staat voor "Oxide Free Copper" en is koper dat zeer zuiver is en niet kan oxideren. De zilverlaag is noodzakelijk vanwege het skin-effect. Signalen met hoge frequenties vloeien voornamelijk door de buitenste dunne schil van een geleider, door het midden van de geleider vloeit nauwelijks stroom. Het is dus belangrijk de oppervlakteweerstand van de ader zo klein mogelijk te maken. Verzilvering helpt de weerstand van de buitenste schil van de geleider te verlagen en ook op lange termijn laag te houden.

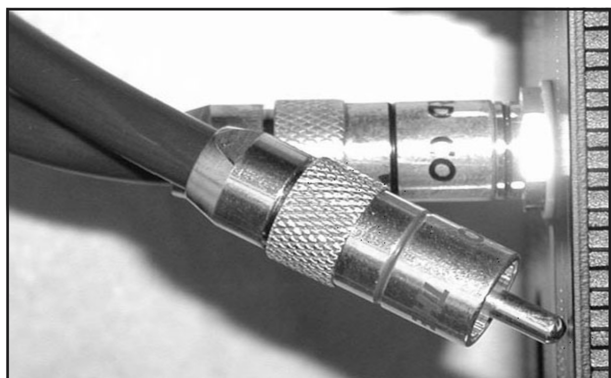
Drievoudige afscherming

De afscherming van een goede kabel is drievoudig uitgevoerd, zie figuur 6/10.18-1. Dit lijkt teveel van het goede, maar is het absoluut niet. Minstens één van de afschermingen bestaat uit aluminium folie, de overige(n) uit geweven koperdraad, eventueel verzilverd. De middelste van de drie afschermingen wordt gebruikt als retourleiding van het signaal en is dus links en rechts aangesloten op de massa van de elektronica van de apparatuur. De twee overige afschermingen worden gebruikt om de kabel aan weerszijden met het chassis van de apparaten te verbinden. Eén afscherming ligt aan de behuizing van de linker connector, de tweede aan de behuizing van de rechter connector. De behuizingen van de connectoren zijn dus elektrisch niet met elkaar verbonden, waardoor er geen massalussen via de geaarde chassis kunnen ontstaan. Bovendien wordt bij dit systeem een absolute scheiding gemaakt tussen afschermende functie en signaalretour functie van de afscherming.

Volledig metalen connectoren

Goedkope connectoren hebben een behuizing van een of ander kunststof. Dergelijke connectoren zijn absoluut uit den boze! Een goede dure kabel moet aan weerszijden afgesloten worden met goede dure connectoren, anders kunt u net zo goed de goedkoopste kabels ge-

bruiken. Dat betekent dat de behuizing van de connector volledig van metaal moet zijn, metaal dat met een van de drie afschermingen van de kabel wordt verbonden.
Alleen op deze manier kunt u er zeker van zijn dat de combinatie kabel plus twee connectoren geen stoorsignalen kan oppikken, maar ook geen stoorsignalen kan uitstralen. In figuur 6/10.18-2 is als voorbeeld zo'n volledig metalen connector voorgesteld, in dit geval een eenvoudige cinch. U ziet hoe de metalen behuizing van de connector wordt gebruikt om de dikke kabel in de connector te klemmen. In de meeste gevallen zorgt deze klemborging ook voor het contact tussen de metalen behuizing en de buitenste afscherming. Op deze manier is er werkelijk geen vierkante millimeter te ontdekken die niet volledig is afgeschermd. Klasse!



Figuur 6/10.18-2: Een voorbeeld van een goede volledig metalen connector.

Contactpennen
Het moet welhaast niet extra worden vermeld dat alle contactpennen van goede connectoren minstens verzilverd en nog beter verguld moeten zijn. De overgangsweerstand van gecorrodeerde contactpennen van een niet edel metaal zijn een belangrijke storingsbron in de verbindingen tussen twee apparaten.

Conclusie
Het zal duidelijk zijn dat de combinatie van een kabel plus connectoren, die aan de genoemde eisen voldoet, niet goedkoop is. Om u een voorbeeld te geven: de in figuur 6/10.18-2 voorgestelde drievoudig afgeschermde stereo audiokabel met een lengte van tien meter en met twee vergulde cinch-connectoren kost bij Conrad Electronic een sappige € 125,00!

Video kabels

Inleiding
Voor het transport van een videosignaal tussen twee apparaten staan zes systemen ter beschikking. In oplopende kwaliteit zijn dat:
- Composite Video (FBAS);
- S-Video (Y/C):
- RGB (SCART);
- Component Video (YUV);
- DVI;
- HDMI.

Noteer dat een aantal van deze standaarden ook audiosignalen transporteert.

Composite Video (FBAS)
Bij dit systeem worden alle signalen die een videobeeld componeren samengevoegd tot één analoog signaal. FBAS is het letterwoord van "Farb-Bild-Austast-Synchron" en hieruit blijkt overduidelijk dat dit signaal inderdaad alle componenten van een videosignaal bevat. Composite Video is dus een analoog systeem en de bandbreedte van de te transporteren signalen bedraagt slechts 5,5 MHz. Composite Video is in feite een volledig

10.18 Connectoren voor hometheater apparatuur

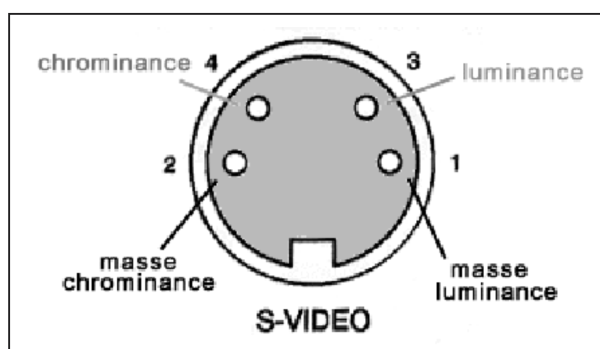
verouderd systeem, maar iedere moderne TV of beeldscherm heeft toch nog zo'n ingang. Er wordt gebruik gemaakt van cinch connectoren, die een gele kleur hebben. In figuur 6/10.18-3 is een typisch hoogwaardige Composite Video kabel afgebeeld. Gebruik nooit ofte nimmer een goedkoop audiokabeltje voor het transporteren van FBAS! De toch al slechte kwaliteit van deze standaard wordt er alleen maar slechter door.



Figuur 6/10.18-3: Een typisch afgeschermde kabel voor het verbinden van twee FBAS chassisdelen.

S-Video (Y/C)

Met de term Y/C wordt bedoeld dat de helderheid- en kleursignalen gescheiden worden verzonden. Deze standaard biedt, ten opzichte van Composite Video, een honderdprocentige verbetering van de kwaliteit. De twee signalen worden via twee afgeschermde aders in de kabel getransporteerd en kunnen elkaar niet storen. Het gevolg is een betere kleurscheiding en minder moiré-effecten. Het enige nadeel is dat de connectoren vier heel dunne pennetjes hebben en u de connector zeer voorzichtig in het chassisdeel moet pluggen. In figuur 6/10.18-4 zijn de aansluitingen van een S-Video connector voorgesteld. De twee signalen hebben hun eigen afscherming, daarnaast bezit een S-Video kabel uiteraard ook nog een algemene afscherming, die met de metalen delen van de connectoren wordt verbonden.
In figuur 6/10.18-5 is een goede S-Video kabel voorgesteld.



Figuur 6/10.18-4: De aansluitcodering van de vier pennen van een S-video connector.



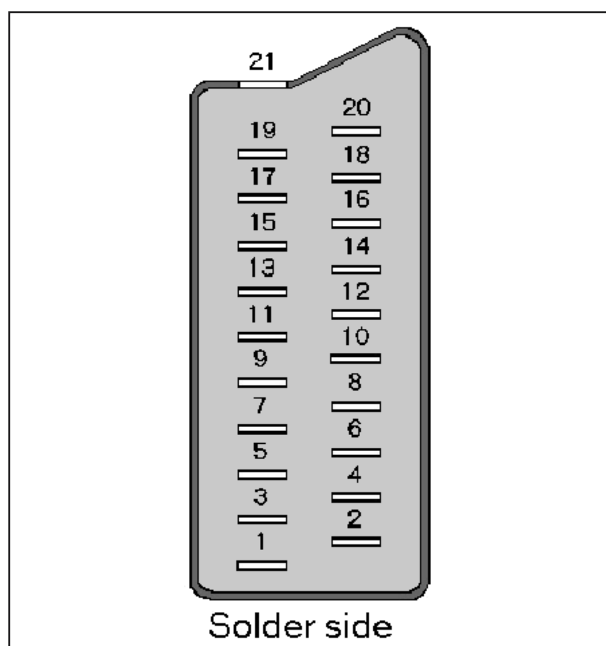
Figuur 6/10.18-5: Een goede S-Video kabel.

RGB (SCART)

"RGB" staat voor "Rood, Groen, Blauw". Het is het op één na beste systeem voor analoog transport van videosignalen. Bij SCART staan 21 pennen ter beschikking voor het gescheiden transporteren van

10.18 Connectoren voor hometheater apparatuur

alle onderdelen van een videosignaal. Groot voordeel van het SCART-systeem is dat de kabel ook de audiosignalen kan transporteren. SCART is dé Europese standaard geworden voor het transport van analoge video- en audiosignalen. Iedere TV, recorder, projector en player heeft dan ook minstens één SCART-connector. In figuur 6/10.18-6 is de nummering van de in totaal 21 signaalpennen weergegeven. De tabel van figuur 6/10.18-7 geeft de functie van alle pennen.



Figuur 6/10.18-6: De nummering van de signaalpennen in een SCART-connector.

Ook op het gebied van SCART-kabels bestaat er een groot verschil in kwaliteit. Goedkope kabels hebben een kunststof behuizing, waardoor er een “lek” ontstaat in de afscherming. In figuur 6/10.18-8 is de enige écht goede SCART-connector weergegeven. De connector is volledig van metaal, zodat er geen signalen kunnen weglekken of instrooien. Let er ook op of de kabel “volledig geconfectioneerd” is. Vaak zijn in goedkope kabels niet alle pennen aangesloten, waardoor de kabel niet voor alle toepassingen is geschikt. Volledig geconfectioneerde kabels verbinden alle 21 pennen van de ene connector met alle 21 pennen van de andere connector.



Figuur 6/10.18-8: Een goede SCART-kabel heeft volledig metalen connectoren.

Component Video (YUV)

Bij dit systeem wordt het kleursignaal gesplitst in drie componenten:

– Y:
  bevat de helderheidsinformatie;
– U:
  voert het rood-differentie signaal;
– V:
  voert het blauw-differentie signaal.

Uit de twee differentiële signalen kan men, door additieve en substractieve menging, de drie basiskleuren rood, groen en blauw afleiden. Het is dus een misverstand als u dacht dat de drie kabels van dit systeem de drie basiskleuren transporteren! Het voordeel van deze werkwijze is dat het aansluit op de manier waarop DVD omgaat met kleur.

10.18 Connectoren voor hometheater apparatuur

Pin	Signal	Level	Impedance
1	Audio Out Right	0.5 V rms	<1k ohm
2	Audio In Right	0.5 V rms	>10k ohm
3	Audio Out Left + Mono	0.5 V rms	<1k ohm
4	Ground Audio		
5	RGB Ground Blue		
6	Audio In Left + Mono	0.5 V rms	<10k ohm
7	RGB Blue In	0.7 V	75 ohm
8	Audio/RGB switch / 16:9	High (9.5-12V) AVmode Low (0-2V) TVmode	<10kohm
9	RGB Ground Green		
10	Comms Data 2		
11	RGB Green In	0.7 V	75 ohm
12	Comms Data 1		
13	RGB Ground Red		
14	Ground Data		
15	RGB Red In / Chrominance	0.7 V (Chrom.: 0.3 V burst)	75 ohm
16	Blanking Signal	High (1-3V) RGB Low (0-0.4V) Composite	75 ohm
17	Ground Composite Video		
18	Ground Blanking Signal		
19	Composite Video Out	1V including sync	75 ohm
20	Composite Video In	1V including sync	75 ohm
21	Ground/Shield (Chassis)		

Figuur 6/10.18-7: De functie van de 21 pennen van een SCART-connector.

De kleursignalen van DVD moeten dus niet eerst omgezet worden in RGB, maar kunnen in hun “natieve” vorm van het ene naar het andere apparaat worden getransporteerd. Alle moderne DVD-spelers hebben dan ook een Component Video uitgang. In figuur 6/10.18-9 is een goede YUV-kabel voorgesteld. De drie connectoren hebben rode, groene en blauwe banden, waardoor het reeds vermelde misverstand uiteraard in de hand wordt gewerkt.

Component Video is het beste systeem voor het transport van analoge video. Als u een DVD-speler met een grootbeeld monitor of een projector moet verbinden en beide apparaten hebben YUV-connectoren, dan moet u zonder meer van dit systeem gebruik maken. U wordt beloond met schitterende analoge video!



Figuur 6/10.18-9: Een YUV-kabel met drie afzonderlijk afgeschermde kabels.

10.18 Connectoren voor hometheater apparatuur

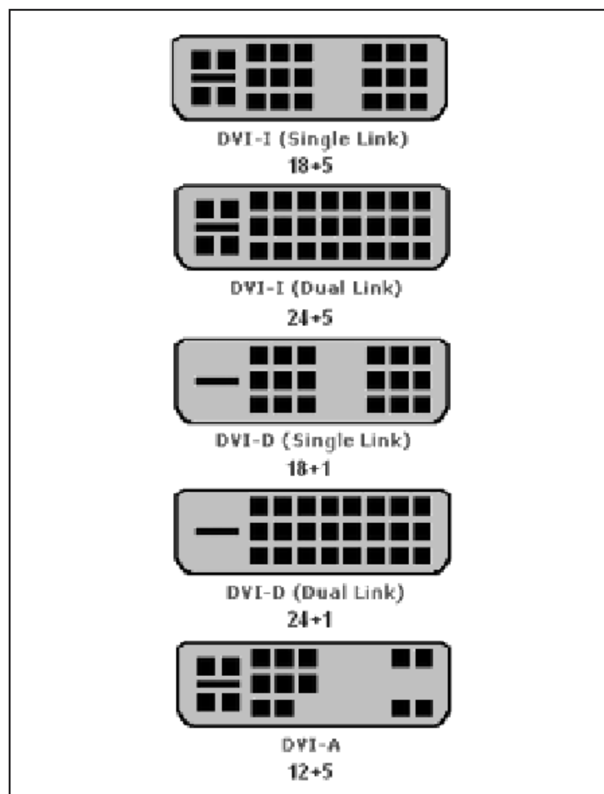
DVI

DVI is het letterwoord van “Digital Visual Interface”. Het is een internationaal gestandaardiseerd systeem voor het transport van digitale video. Uiteraard betekent dit een immense verbetering ten opzichte van zelfs de beste analoge systemen. De digitale datastroom kan zonder enig kwaliteitsverlies over grote afstanden worden getransporteerd. Afstanden van twintig meter tussen een videobron en een videoweergever (plasmascherm of projector) zijn zonder probleem te overbruggen. De digitale datastroom kan rechtstreeks worden aangeboden aan de verwerkende elektronica, zoals MPEG-decoders. Het introduceren van deze norm heeft dus ook een vereenvoudiging in de noodzakelijke elektronica tot gevolg. Van oorsprong stamt DVI uit de computerwereld, maar bij de introductie van de breedbandige DVD en HDTV is deze norm met plezier door de consumentenelektronica industrie omarmd. Hoewel DVI gestandaardiseerd is, kunt u diverse connectoren aantreffen. Dat heeft te maken met het feit dat DVI “Single-Link” en “Dual-Link” ondersteunt.

Daarnaast zijn er ook subnormen die, behalve de digitale signalen, ook nog eens analoge signalen kunnen transporteren.

In figuur 6/10.18-10 is een overzicht gegeven van de vijf DVI-connectoren die u in de praktijk kunt tegenkomen.

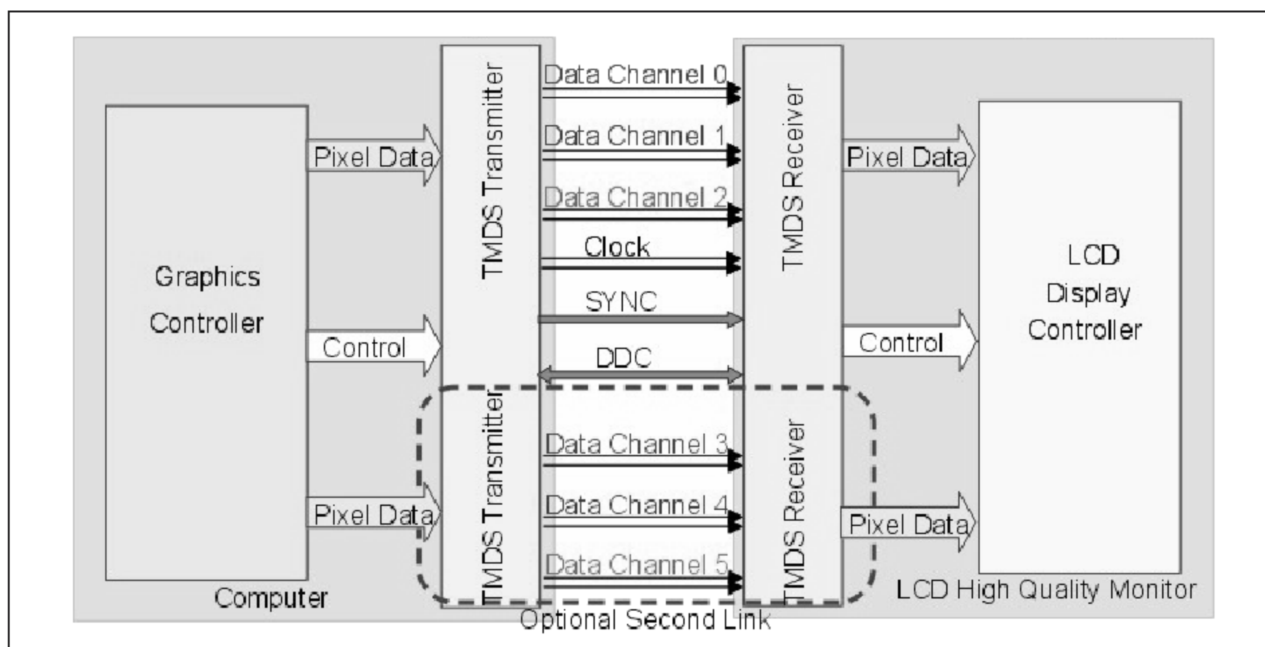
In “Single-Link” modus kan het systeem 4,9 Gb/s verzenden, waardoor deze subnorm meer dan voldoende capaciteit heeft voor alle videosystemen die in de consumentenelektronica te vinden zijn. Zelfs HDTV met 1.080 non-interlaced beeldlijnen kan zonder problemen via een “Single-Link” DVI-kabel worden vervoerd. Vandaar dat u in consumentenapparatuur hoofdzakelijk deze subnorm zult aantreffen.



Figuur 6/10.18-10: De vijf subnormen van de DVI-standaard.

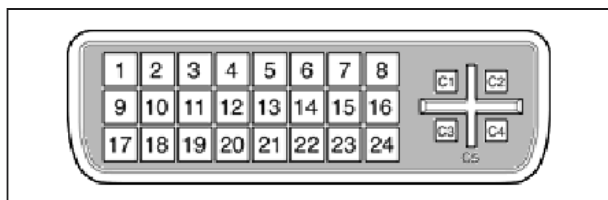
Een volgende eigenschap van DVI is dat de digitale signalen volgens het TMDS-procédé worden getransporteerd. Dit letterwoord is de afkorting van “Transition Minimized Differential Signalling” en het komt er op neer dat voor ieder datastroom gebruik wordt gemaakt van twee aders, die met differentiële signalen worden gevoed. Een systeem dat natuurlijk al lang bekend is in de professionele elektronische dataoverdracht maar dat hiermee voor het eerst ook in consumentenapparatuur wordt toegepast. In figuur 6/10.18-11 hebben wij het datatransmissiesysteem van DVI even voor u samengevat.

10.18 Connectoren voor hometheater apparatuur



Figuur 6/10.18-11: Het TMDS-systeem bij de DVI-norm.

In figuur 6/10.18-12 ziet u de pennummering van de volledig bestukte DVI-connector, in de tabel van figuur 6/10.18-13 is de verdeling van de signalen over de pennen voorgesteld.



Figuur 6/10.18-12: De nummering van de pennen in een DVI-connector.

In figuur 6/10.18-14 ziet u de standaard DVI Single-Link kabel, die u moet kopen voor het digitaal aansluiten van een high end DVD-speler op een plasma display.

HDMI

HDMI is het letterwoord van “High Definition Multimedia Interface”. Het is een vrij nieuwe norm die niets meer is dan een verdere ontwikkeling van DVI en speciaal is aangepast aan de eisen die consumentenelektronica stelt. Ook HDMI werkt met TMDS-kanalen voor het verzenden van videopakketten tot een bandbreedte van 165 MHz of 330 MHz. Daarnaast is een extra DDC-kanaal aanwezig, waarmee verzendende en ontvangende apparaten met elkaar kunnen communiceren. DDC staat voor “Display Data Channel” en is geen nieuw begrip, maar in dit kader specifiek aangepast aan de eigenaardigheden van consumentenapparatuur. Zo kan via dit kanaal een DVD-speler bijvoorbeeld de beeldresolutie doorgeven aan het scherm, waarna de elektronica die het scherm aanstuurt de resolutie van het scherm automatisch aanpast aan het te verzenden signaal. Een belangrijk verschil tussen DVI en HDMI is dat deze laatstgenoemde norm ook in staat is digitale audio te transporteren. DVI kan alleen analoge audio verwerken.

Een andere aanpassing aan de consument is dat de HDMI-connectoren eenvoudig in het chassisdeel worden ge-

10.18 Connectoren voor hometheater apparatuur

plugd en dat er geen twee fixeringsschroeven aanwezig zijn. Onderzoek heeft uitgewezen dat de gemiddelde consument dat héél vervelend vindt!

Pin	Name	Function
1	TMDS Data 2-	Digital red - (Link 1)
2	TMDS Data 2+	Digital red + (Link 1)
3	TMDS Data 2/4 shield	
4	TMDS Data 4−	Digital green − (Link 2)
5	TMDS Data 4+	Digital green + (Link 2)
6	DDC clock	
7	DDC data	
8	Analog Vertical Sync	
9	TMDS Data 1−	Digital green − (Link 1)
10	TMDS Data 1+	Digital green + (Link 1)
11	TMDS Data 1/3 shield	
12	TMDS Data 3−	Digital blue − (Link 2)
13	TMDS Data 3+	Digital blue + (Link 2)
14	+5V	Power for monitor when in standby
15	Ground	Return for pin 14 and analog sync
16	Hot Plug Detect	
17	TMDS data 0−	Digital blue − (Link 1) and digital sync
18	TMDS data 0+	Digital blue + (Link 1) and digital sync
19	TMDS data 0/5 shield	
20	TMDS data 5−	Digital red − (Link 2)
21	TMDS data 5+	Digital red + (Link 2)
22	TMDS clock shield	
23	TMDS clock+	Digital clock + (Links 1 and 2)
24	TMDS clock−	Digital clock − (Links 1 and 2)
C1	Analog Red	
C2	Analog Green	
C3	Analog Blue	
C4	Analog Horizontal Sync	
C5	Analog Ground	Return for R, G and B signals

Figuur 6/10.18-13: De signaalbenamingen op de pennen van de DVI-connector.

Hackers zullen het betreuren dat in de HDMI-standaard een kopieerbeveiliging aanwezig is volgens de HDCP-specificaties 1.10. HDCP staat voor "High Definition Content Protection" en is dé standaard voor de beveiliging tegen kopiëren van HD-materiaal. Alleen apparaten die voorzien zijn van zo'n hardwarematige kopieerbeveiliging kunnen met elkaar communiceren.



Figuur 6/10.18-14: Een standaard DVI Single-Link kabel.

Samengevat kan worden gesteld dat de HDMI-connector zich waarschijnlijk zal ontwikkelen tot de SCART van de 21e eeuw onder andere door de in de standaard ingebouwde "Plug&Play"-functionaliteit.

In figuur 6/10.18-15 zijn de aansluitgegevens van een HDMI-connector samengevat.

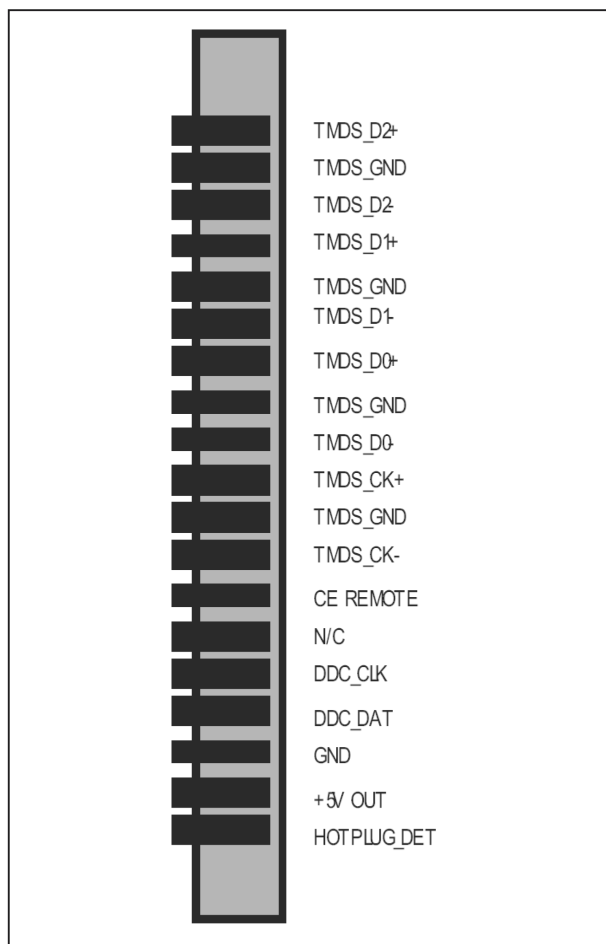
De specificaties van deze interface van de toekomst even in het kort samengevat:

- transporteert digitaal audio, video en hulpgegevens;
- protocol compatibel met DVI specificaties 1.0 Single-Link;
- video pixel rate van 25 MHz tot 165 MHz voor type A en tot 330 MHz voor type B;
- pixel encoding volgens RGB 4:4:4, YCbCr 4:2:2 en YCbCr 4:4:4;
- audio sample rate van 32 kHz tot 192 kHz;
- tot acht audiokanalen;
- DDC-kanaal werkt volgens het I^2C-protocol met 100 kHz clock;
- Consumer Electronics Control kanaal als optie aanwezig als bidirectionele

10.18 Connectoren voor hometheater apparatuur

seriële bus over één ader voor besturing op afstand.

In figuur 6/10.18-16 is een standaard HDMI-kabel voorgesteld.



Figuur 6/10.18-15: De aansluitgegevens op de 19 on-line pennen van een HDMI-connector.

Audio kabels

Inleiding

Ook wat audio betreft is er een aantal systemen in gebruik, die wat kwaliteit betreft als volgt kunnen worden gerangschikt:

– Cinch;
– Coax;
– Toslink.

Cinch werkt analoog, coax en Toslink zijn twee digitale transmissiesystemen voor audio.



Figuur 6/10.18-16: De HDMI-kabel die u steeds vaker zult aantreffen.

Cinch

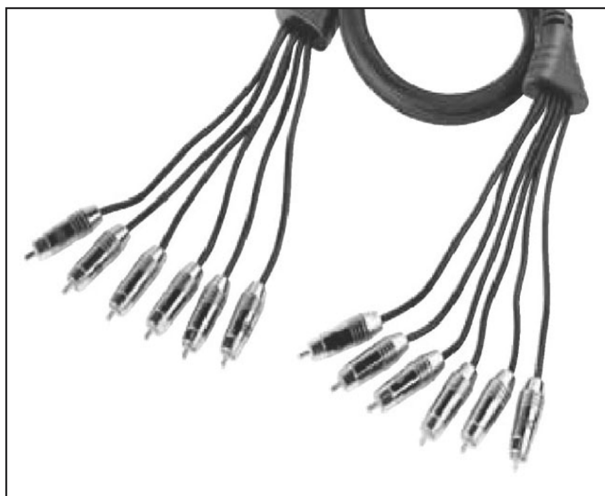
U kent uiteraard cinch, want ieder modern audio-producerend of -verwerkend apparaat is er mee uitgerust. De enkelpolige handige cinch-connectoren hebben ook in Europa de lang vertrouwde vijfpolige DIN-connectoren afgelost. Cinch heeft als groot voordeel dat het een overzichtelijk systeem is en dat er uiteraard een absolute scheiding tussen de verschillende kanalen bestaat. Ook in de moderne surround-sound tijd zult u voorlopig nog niet zonder cinch kunnen. Vaak moet u zes audiobronnen verbinden met de versterker. Om u een kom vol kabelsalade te besparen zijn diverse fabrikanten op de idee gekomen zes cinch-kabels tot één kabel te verenigen, zie figuur 6/10.18-17.

Coax

Coax-kabel kent u natuurlijk van uw kabel-TV aansluiting. Digitaal audio trans-

10.18 Connectoren voor hometheater apparatuur

port via coax is geëvolueerd tot een de-facto standaard en de meeste apparaten die werken met digitale audio hebben dan ook een coaxiale in- of uitgang.



Figuur 6/10.18-17: Een zeskanaals cinch-kabel voor surround-sound connecties.

De bandbreedte van goede 75 Ω coaxiale kabels is groot genoeg voor het transport van datastromen tot 192 kHz. In figuur 6/10.18-18 is zo'n coaxiale kabel voorgesteld, waaruit blijkt dat er van cinch-connectoren gebruik wordt gemaakt.

Toslink

Toslink is dé standaard voor het digitale transport van audio via glasvezelkabels. Uw moderne surround-sound versterker heeft ongetwijfeld een Toslink-ingang en als uw bron ook zo'n connector heeft raden wij u aan beide apparaten via een glasvezelkabel te verbinden. Glasvezel heeft immers als groot voordeel op coax dat er absoluut geen sprake kan zijn van storingsinstraling en dat u er grote afstanden mee kunt overbruggen. Toslink heeft echter als nadeel dat u er geen scherpe bochten mee kunt maken, dan gaat de kwaliteit van de glasvezelverbinding zienderogen achteruit. In figuur 6/10.18-19 is een standaard Toslink kabel voorgesteld.



Figuur 6/10.18-18: Coax-kabel wordt gebruikt voor het transport van digitale datastromen.



Figuur 6/10.18-19: Met dergelijke zogenaamde Toslink kabels kunt u uw audiostromen via glasvezelkabel verzenden.

10.18 Connectoren voor hometheater apparatuur

7/1

Inhoud Actueel IC-handboek

Accu schakelingen

Audio, diversen

Audio, eindversterkers

Audio, voorversterkers

Beveiliging

Datacommunicatie

Diversen

Digitale schakelingen

Domotica

Inbraakbeveiliging

Hoogfrequent schakelingen

Motorbesturing

Optische schakelingen, indicatoren

Optische schakelingen, zenders/ontvangers

Oscillatoren

Schakelaars

Sensoren, fysische grootheden

Sensoren, spanning en stroom

Vermogenselektronica

Versterkers, op-amp's en buffers

Video schakelingen

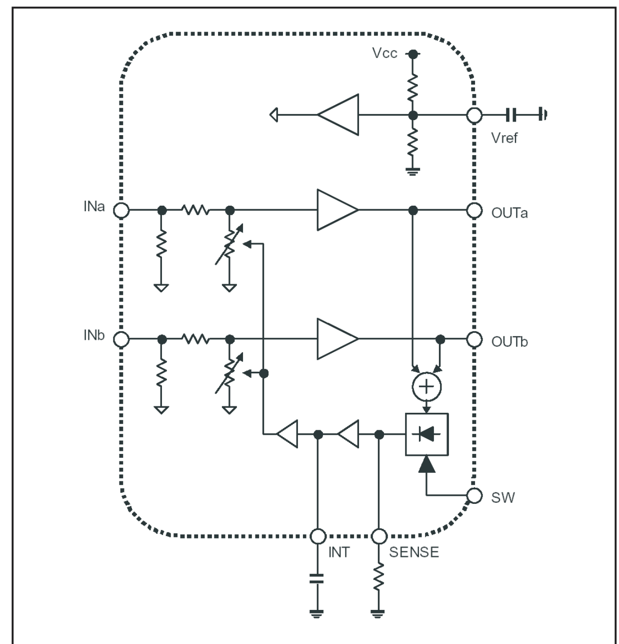
Voedingselektronica

7/244

NJM2761, analoge audiobegrenzer voor luidsprekerbescherming

Kennismaking
De NJM2761 van New Japan Radio Co. Ltd. is een tweekanaals analoge begrenzer, die speciaal is ontwikkeld voor het begrenzen van het niveau van stereo eindversterkers. Door deze begrenzing wordt voorkomen dat de luidsprekers te veel signaal ontvangen en worden beschadigd. Het begrenzingsniveau is instelbaar door een enkele externe weerstand op de SENSE-ingang. De schakeling bevat twee spanningsgestuurde potentiometers, twee bufferversterkers, een mengversterker, een gelijkrichter met externe afvlakelco en een stuurtrap voor de potentiometers. De schakeling mengt dus linker en rechter kanaal, richt het mengproduct gelijk en stuurt daarmee de spanningsafhankelijke potentiometers.
Via de CONTROL-ingang SW kan de limiterwerking worden in- en uitgeschakeld. Een “L” schakelt de begrenzing in.

Technische gegevens
- fabrikant
  New Japan Radio Co. Ltd.
- behuizing
  DIL-10
- intern blokschema
  figuur 7/244-1
- aansluitgegevens
  figuur 7/244-2
- regelkarakteristiek
  figuur 7/244-3
- voedingsspanning
  2,7 V min., 13,0 V max.
- voedingsstroom
  1,5 mA typisch

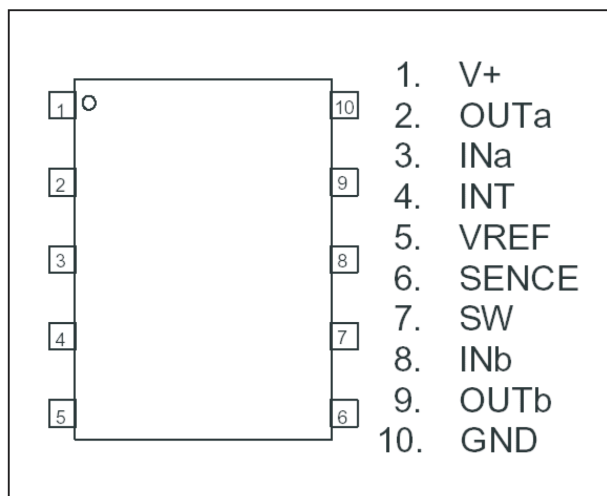


Figuur 7/244-1: Intern blokschema van de NJM2761.

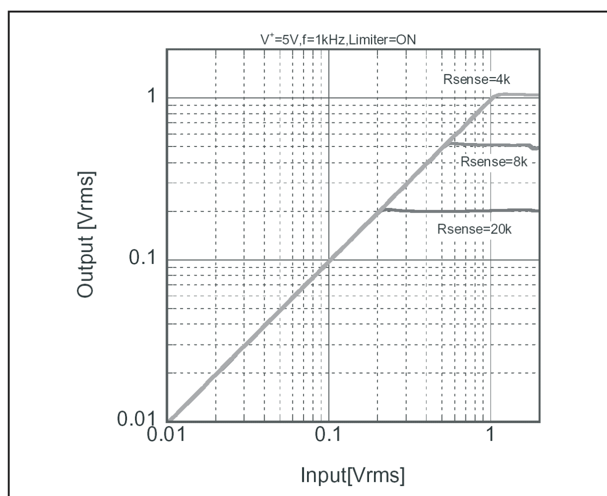
- interne referentie
  2,2 V min., 2,7 V max.
- begrenzing zonder R_{SENSE}
  200 $mV_{effectief}$ typisch
- begrenzing met R_{SENSE} = 4 kΩ
  1,0 $V_{effectief}$

NJM2761, analoge audiobegrenzer voor luidsprekerbescherming

- uitgangsruis
  -100 dBV typisch
- totale harmonische vervorming
  1 % max.
- overspraak
  -70 dB max.
- logische "L" SW
  0,5 V max.
- logische "H" SW
  2,0 V min.



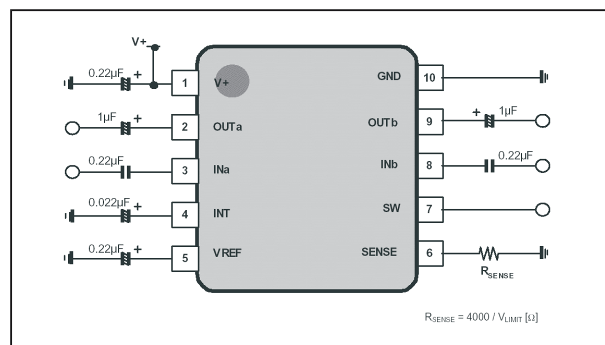
Figuur 7/244-2: Aansluitgegevens van de NJM2761.



Figuur 7/244-3: Regelkarakteristiek van de NJM2761.

Voorbeeldschakeling

In figuur 7/244-4 is de door de fabrikant voorgeschreven schakeling rond de NJM2761 voorgesteld. Rechts onder staat de formule waarmee men de waarde van R_{SENSE} in functie van de gewenste begrenzingsspanning kan berekenen.



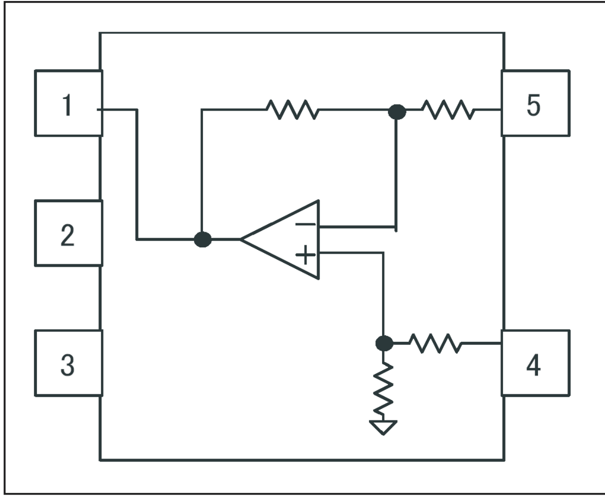
Figuur 7/244-4: Voorbeeldschakeling rond de NJM2761.

7/245

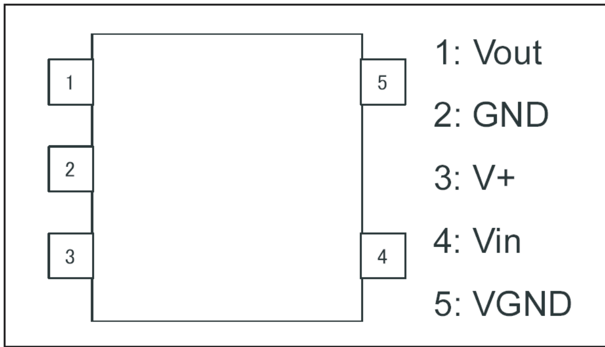
NJM2505, storingsonderdrukker voor lange videokabels

Kennismaking
De NJM2505 van New Japan Radio Co. Ltd. bevat niets meer dan een verschilversterker die speciaal werd ontworpen voor het ontstoren van lange videokabels. Op dergelijke kabels kunnen common mode stoorsignalen ontstaan, signalen die zowel op de afschermingsmantel als op de afgeschermde ader aanwezig zijn.
Met deze speciale breedbandige verschilversterker kunnen dergelijke common mode signalen worden onderdrukt. De bandbreedte loopt recht binnen 0 dB tot 10 MHz bij een signaalspanning van 1 $V_{top\text{-}tot\text{-}top}$, de spanningsversterking bedraagt 0 dB.

Technische gegevens
– fabrikant
  New Japan Radio Co. Ltd.
– behuizing
  MTP5-
– intern blokschema
  figuur 7/245-1
– aansluitgegevens
  figuur 7/245-2
– voedingsspanning
  4,5 V min., 9,0 V max.
– voedingsstroom
  3,0 mA typisch
– uitgangsspanning
  2,2 $V_{top\text{-}tot\text{-}top}$ max.
– spanningsversterking
  ±1,0 dB typisch
– verzwakking bij 10 MHz
  ±1,0 dB typisch



Figuur 7/245-1: Intern blokschema van de NJM2505.

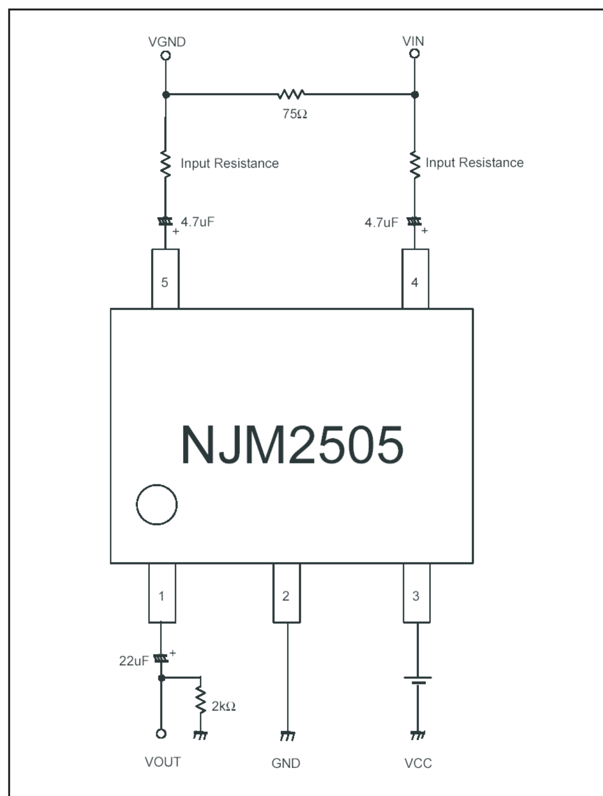


Figuur 7/245-2: Aansluitgegevens van de NJM2505.

NJM2505, storingsonderdrukker voor lange videokabels

- common mode onderdrukking -55 dB typisch (20 kHz, 1 $V_{top-tot-top}$)
- fout op differentiële versterking 0,3 % typisch (1 $V_{top-tot-top}$)

Voorbeeldschakeling
In figuur 7/245-3 is het door de fabrikant voorgeschreven schema getekend. De twee aders van de afgeschermde videokabel, VIN en VGND, gaan via kleine serieweerstanden (100 Ω) en scheidingscondensatoren naar de twee ingangen van het IC.



Figuur 7/245-3: Toepassingsschakeling rond de NJM2505.

7/246

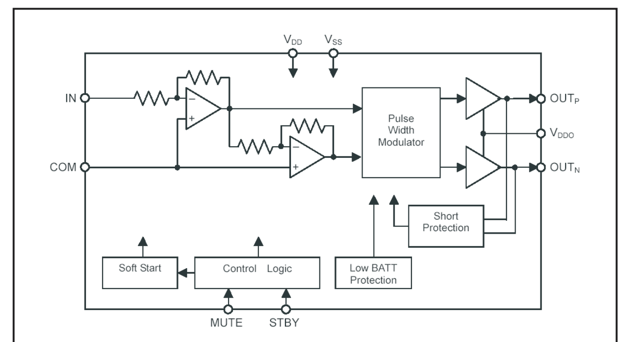
NJU8754, 1,2 W klasse D versterker met analoge ingang

Kennismaking

De NJU8754 van New Japan Radio Co. Ltd. is een kleine “digitale” eindversterker (klasse D) die is voorzien van een analoge ingang, de analoog naar digitaal omzetting gebeurt in het IC. De schakeling bevat dus de volledige controle logica, de pulsbreedte modulator en de twee eindtrappen die de luidspreker sturen. De schakeling is beveiligd tegen kortsluiting op de uitgangen, te lage voedingsspanning en te hoge temperatuur.
De schakeling levert maximaal 1,2 W aan een belasting van 8 Ω bij een voedingsspanning van 5,0 V.
Via de twee pennen MUTE en STBY kan de werking van de schakeling via logische signalen worden gestuurd. Beide pennen zijn actief “L”. Een “L”op MUTE zet een symmetrische blok op de beide uitgangen en spert het analoge ingangssignaal. Een “L” op STBY stuurt beide uitgangen in een hoge impedantie status en minimaliseert het stroomverbruik.

Technische gegevens

- fabrikant
  New Japan Radio Co. Ltd.
- behuizing
  SSOP-10, QFN-20
- intern blokschema
  figuur 7/246-1
- aansluitgegevens
  figuur 7/246-2
- voedingsspanning
  2,7 V min., 5,25 V max.
- voedingsstroom standby
  1 μA max.

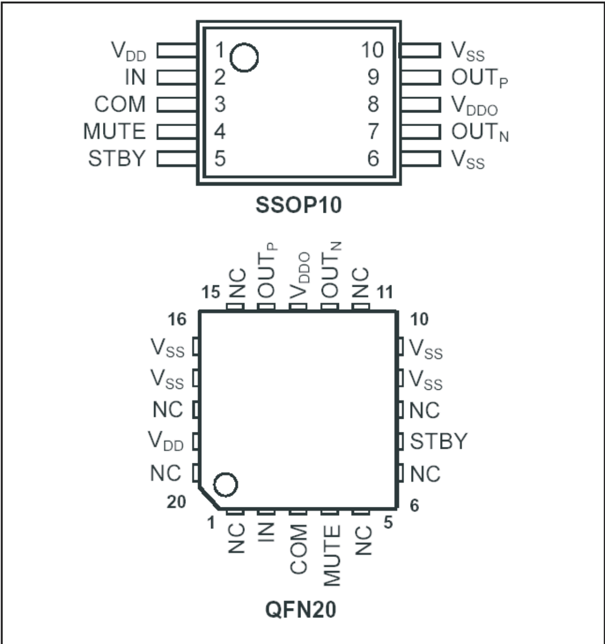


Figuur 7/246-1: Intern blokschema van de NJU8754.

- voedingsstroom zonder signaal
  6 mA max.
- ingangsimpedantie
  20 kΩ typisch
- spanningsversterking
  23 dB typisch
- uitgangsvermogen
  1,2 W max. (5,0 V, 10 % THD, 8 Ω)
  0,6 W max. (3,6 V, 10 % THD, 8 Ω)
- totale harmonische vervorming
  0,05 % typisch (5,0 V, 600 mW)
- signaal/ruis-verhouding
  80 dB typisch
- logisch “L”
  0,3 V max.

NJU8754, 1,2 W klasse D versterker met analoge ingang

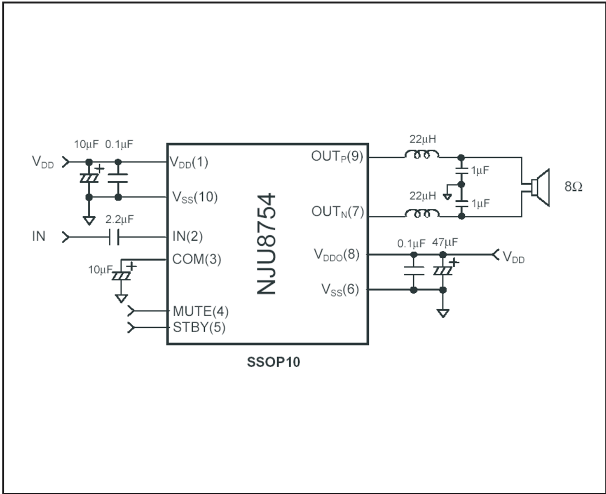
– logisch “H”
  0,7 V min.



Figuur 7/246-2: Aansluitgegevens van de NJU8754.

Voorbeeldschakeling

In figuur 7/246-3 is het standaard schema rond de NJU8754 getekend. De schakeling heeft twee voedingspennen, die allebei moeten worden ontkoppeld.



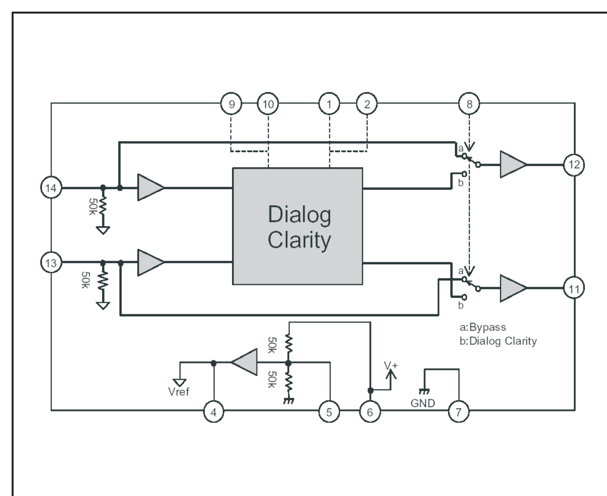
Figuur 7/246-3: Voorbeeldschakeling rond de NJU8754.

7/247

NJM2194, analoge "SRS Dialog Clarity" processor

Kennismaking
"Dialog Clarity" is een door SRS Labs ontwikkeld algoritme, waarbij spraak uit een stereosignaal wordt gefilterd, bewerkt en weer met het signaal gemengd. De verstaanbaarheid wordt hierdoor verbeterd, waardoor men op een lager niveau naar audio kan luisteren waarin muziek en spraak gemengd zijn. New Japan Radio Co. Ltd. heef de licentie van dit procédé gekocht en er de NJM2194 mee ontwikkeld. In de meeste gevallen zijn dit soort audiobewerkingsalgoritmen verpakt in ingewikkelde digitale IC's. Het unieke van de NJM2194 is dat het IC analoge in- en uitgangen heeft, zodat de schakeling zeer eenvoudig in bestaande analoge audiosystemen kan worden opgenomen. Door middel van een potentiometer kan de mate van beïnvloeding worden ingesteld. Via de pen SW kan de signaalbewerking worden uitgeschakeld. Interne analoge schakelaars verbinden de uitgangen dan rechtstreeks met de ingangen. SW open of "L" schakelt de dialog clarity uit, SW "H" schakelt het effect in.

Technische gegevens
- fabrikant
  New Japan Radio Co. Ltd.
- behuizing
  DIL-14, DMP-14
- intern blokschema
  figuur 7/247-1
- aansluitgegevens
  figuur 7/247-2
- voedingsspanning
  4,7 V min., 13,0 V max.

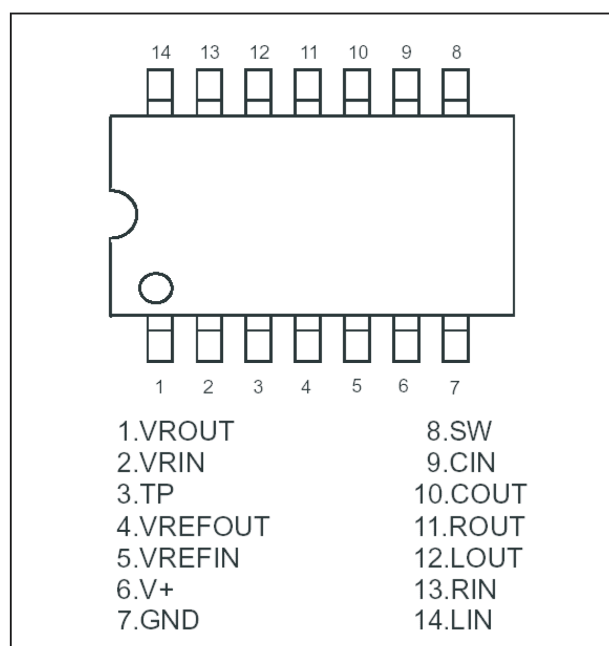


Figuur 7/247-1: Intern blokschema van de NJM2194.

- voedingsstroom
  8,6 mA max.
- interne referentie
  5,8 V min., 6,2 V max.
- ingangsspanning
  3,9 $V_{effectief}$ max.
- totale harmonische vervorming
  0,1 % typisch (1 kHz)
- signaalversterking
  ±1 dB typisch

NJM2194, analoge “SRS Dialog Clarity” processor

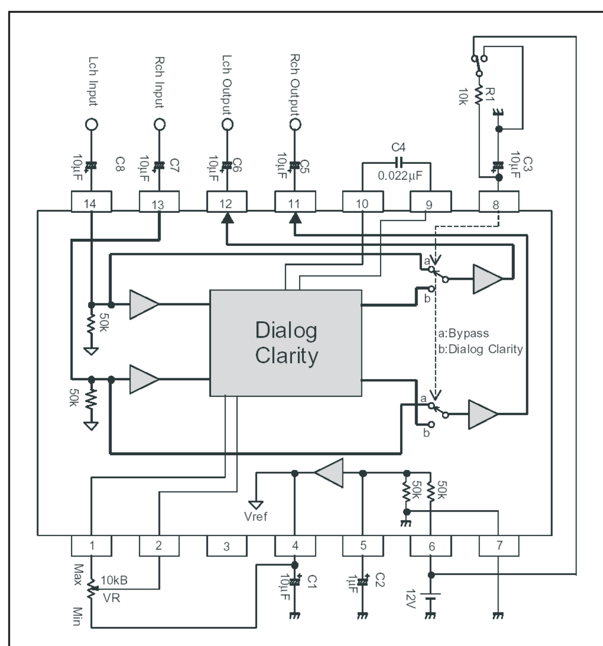
– uitgangsruis
  -112 dBV typisch
– versterking dialog clarity
  6,4 dB typisch (1 kHz)
– logisch “L”
  0,7 V max.
– logisch “H”
  2,0 V min.



Figuur 7/247-2: Aansluitgegevens van de NJM2194.

Voorbeeldschakeling

In figuur 7/247-3 is de standaard schakeling rond de NJM2194 voorgesteld. Let op de absoluut noodzakelijke capacitieve ontkoppeling van de interne referentiespanning op pen 4.



Figuur 7/247-3: Het standaard schema rond de NJM2194.

7/248

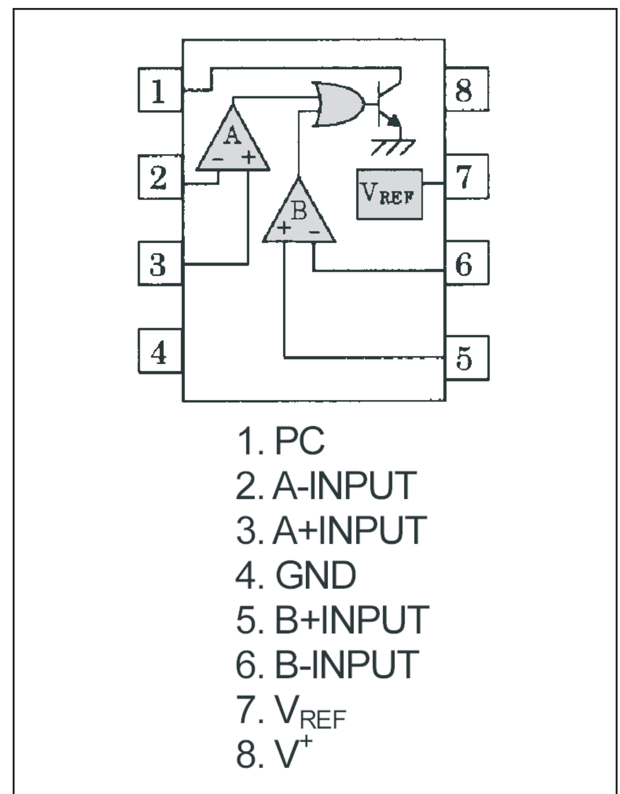
NJM2146B, stroom en spanning monitoring schakeling

Kennismaking

De NJM2146B van New Japan Radio Co. Ltd. bewaakt de waarde van een gelijkspanning en een gelijkstroom. Als een van beide grootheden een te grote waarde krijgt, wordt een alarmingang gestuurd waarmee men een extern systeem kan inschakelen. De alarmingang is een open collector, die de alarmpen PC naar de massa trekt. De stroom wordt gemeten door een kleine weerstand in serie met de stroomkring op te nemen en beide uiteinden van de weerstand op de pennen 2 en 3 aan te sluiten. De spanning word vergeleken met de spanning van een interne referentie van 1,5 V. Zowel de spanningsdeler voor het meten van de spanning als de sensorweerstand voor het meten van de stroom moeten één gemeenschappelijke referentie hebben, aan te sluiten op pen 4.

Technische gegevens

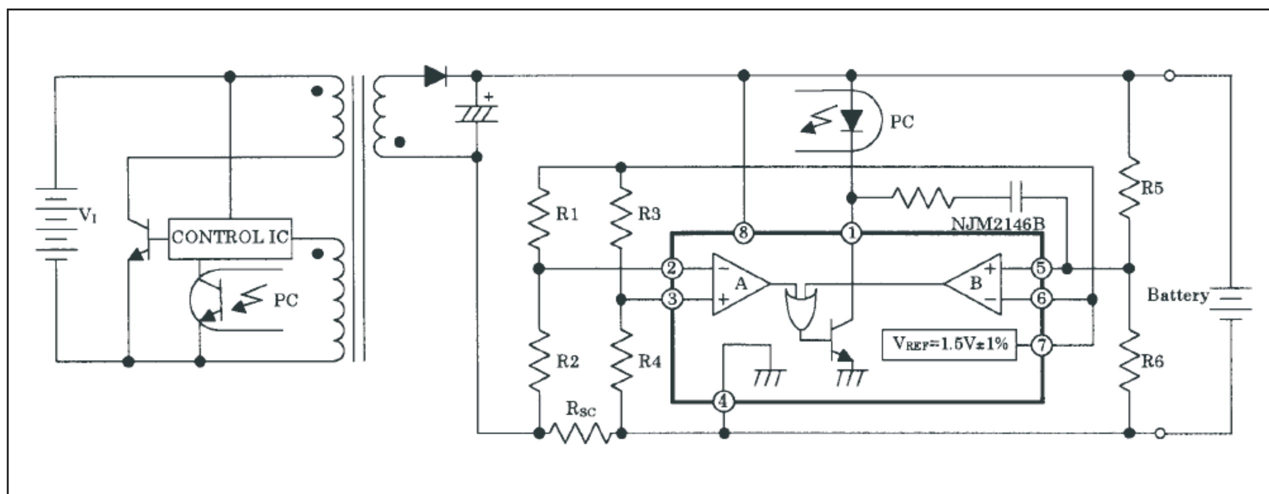
- fabrikant
  New Japan Radio Co. Ltd.
- behuizing
  DIL-8, DMP-8, VSP-8
- intern blokschema
  figuur 7/248-1
- aansluitgegevens
  figuur 7/248-1
- voedingsspanning
  2,5 V min., 18 V max.
- voedingsstroom
  3 mA max.
- interne referentie
  1,485 V min., 1,515 V max.



Figuur 7/248-1: Intern blokschema en aansluitgegevens van de NJM2146B.

- verzadigingsspanning pen PC
  0,7 V max. (50 mA)
- stroom pen PC

NJM2146B, stroom en spanning monitoring schakeling



Figuur 7/248-2: In dit voorbeeld monitort de NJM2146B de laadstroom en -spanning van een acculader.

50 mA max. sink

- offsetspanning ingangsversterkers 0,5 mV typisch, 2,0 mV max.
- offsetstroom ingangsversterkers 5 nA typisch, 50 nA max.
- biasstroom ingangsversterkers 80 nA typisch, 250 nA max.
- versterking ingangsversterkers 80 dB typisch

Voorbeeldschakeling

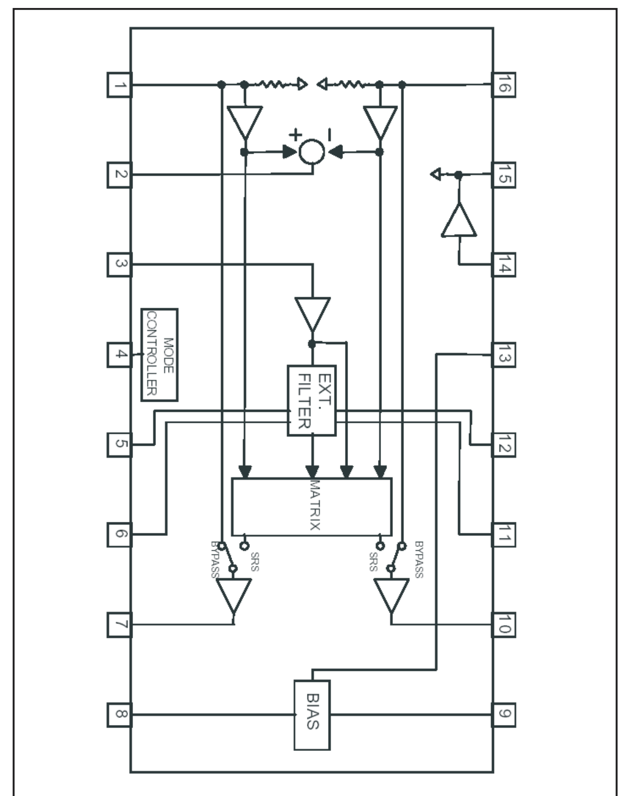
In figuur 7/248-2 wordt de NJM2146B ingezet voor het controleren van de laadstroom en de laadspanning van een acculader. Als een van beide grootheden te groot wordt gaat pen PC naar “L”. De LED PC in de optische koppelaar gaat branden en zorgt voor het uitschakelen van de primaire controleschakeling.

7/249

NJM2190, analoge "SRS HEADPHONE" processor

Kennismaking
"HEADPHONE" is een door SRS Labs ontwikkeld algoritme, waardoor het geluid van hoofdtelefoons een ruimtelijkere inhoud krijgt. Men spreekt dan van "surround sound headphone" of "spacial headphone sound". New Japan Radio Co. Ltd. heef de licentie van dit procédé gekocht en er de NJM2190 mee ontwikkeld. In de meeste gevallen zijn dit soort audiobewerkingsalgoritmen verpakt in ingewikkelde digitale IC's. Het unieke van de NJM2190 is dat het IC analoge in- en uitgangen heeft, zodat de schakeling zeer eenvoudig in bestaande analoge audiosystemen kan worden opgenomen. Door middel van een potentiometer kan de mate van beïnvloeding worden ingesteld. Via de pen MODE kan de signaalbewerking worden uitgeschakeld. Interne analoge schakelaars verbinden de uitgangen dan rechtstreeks met de ingangen. MODE "L" schakelt het effect uit, SW "H" schakelt het effect in.

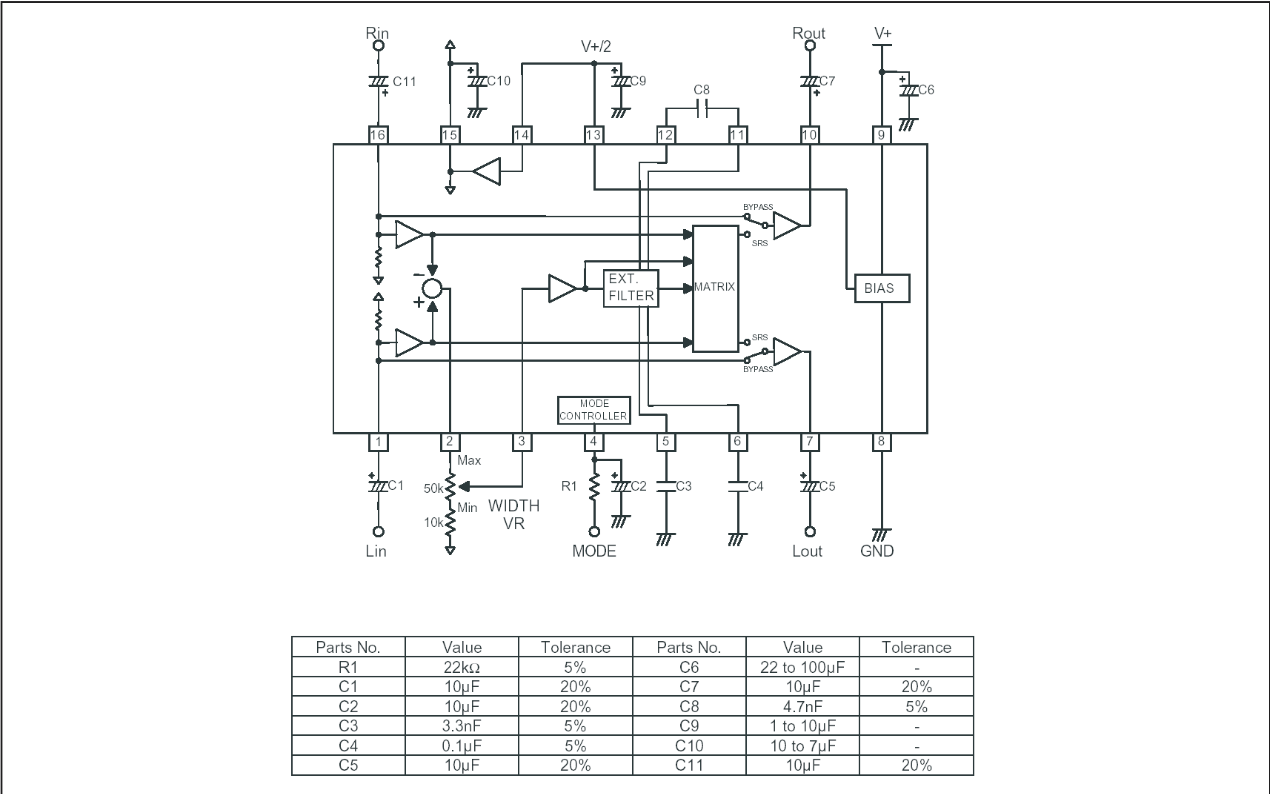
Technische gegevens
- fabrikant
  New Japan Radio Co. Ltd.
- behuizing
  DIL-16, DMP-16, SSPO-16
- intern blokschema
  figuur 7/249-1
- aansluitgegevens
  figuur 7/249-2
- voedingsspanning
  1,8 V min., 6,0 V max.



Figuur 7/249-1: Intern blokschema van de NJM2190.

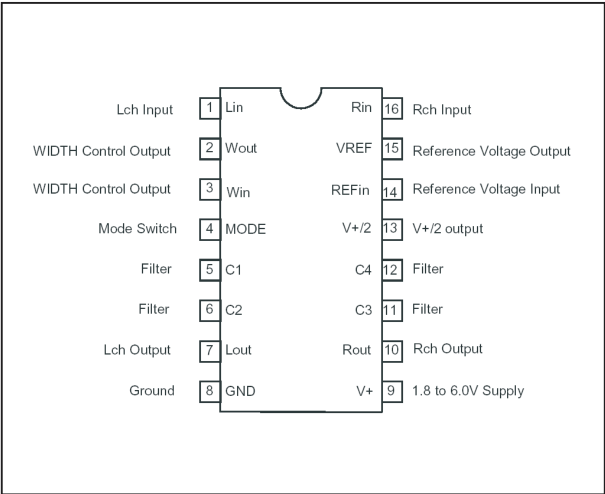
- voedingsstroom
  1,8 mA max.
- interne referentie
  1,3 V min., 1,7 V max.

NJM2190, analoge "SRS HEADPHONE" processor



Parts No.	Value	Tolerance	Parts No.	Value	Tolerance
R1	22kΩ	5%	C6	22 to 100µF	-
C1	10µF	20%	C7	10µF	20%
C2	10µF	20%	C8	4.7nF	5%
C3	3.3nF	5%	C9	1 to 10µF	-
C4	0.1µF	5%	C10	10 to 7µF	-
C5	10µF	20%	C11	10µF	20%

Figuur 7/249-3: Het standaard schema rond de NJM2190.



Figuur 7/249-2: Aansluitgegevens van de NJM2190.

- ingangsspanning
  1,0 $V_{effectief}$ max.
- totale harmonische vervorming
  0,25 % max. (1 kHz)
- signaalversterking
  ±1 dB typisch
- uitgangsruis
  -110 dBV typisch
- versterking L+R
  ±1 dB typisch
- versterking L-R
  21,3 dB typisch
- kanaalscheiding
  60,0 dB typisch, 80,0 dB max.
- logische "L"
  0,5 V max.
- logische "H"
  1,3 V min.

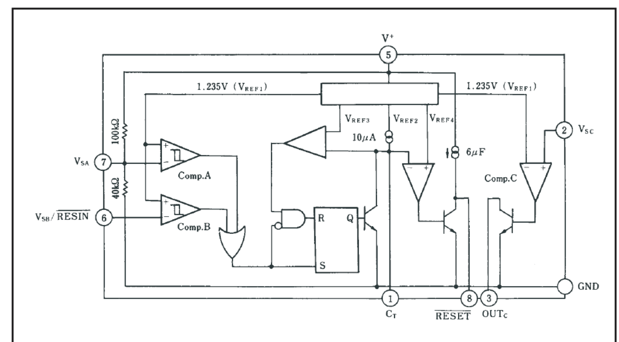
Voorbeeldschakeling
In figuur 7/249-3 is de standaard schakeling rond de NJM2190 voorgesteld.

7/250

NJM2103, systeem reset schakeling

Kennismaking
De NJM2103 van New Japan Radio Co. Ltd. is een monitor voor de standaard 5 V voedingsspanning en eventueel nog een tweede voedingsspanning. Als een van beide spanningen onder een drempel zakt wordt de uitgang $\overline{\text{RESET}}$ naar “L” gestuurd. De $\overline{\text{RESET}}$ gaat weer naar “H” als de foutconditie wegvalt. Door het aansluiten van een condensator op pen Ct kan een “power-on reset” tijd ingesteld worden.
De $\overline{\text{RESET}}$ is uitgevoerd als open-collector uitgang en reageert door te gaan geleiden bij een drempel van 4,2 V voor de +5 V voeding en 1,22 V voor de tweede voeding.
Daarnaast is een tweede comparatorsysteem (pen 2) ingebouwd met een eigen open-collector uitgang (pen 3) voor het samenstellen van een derde spanningsmonitoringsysteem.
Alle comparatoren werken met de interne referentiespanning van 1,235 V.

Technische gegevens
- fabrikant
  New Japan Radio Co. Ltd.
- behuizing
  DIL-8, DMP-8, SIL-8
- intern blokschema:
  figuur 7/250-1
- aansluitgegevens
  figuur 7/250-2
- voedingsspanning
  4,5 V min., 20 V max.
- voedingsstroom
  700 μA max.

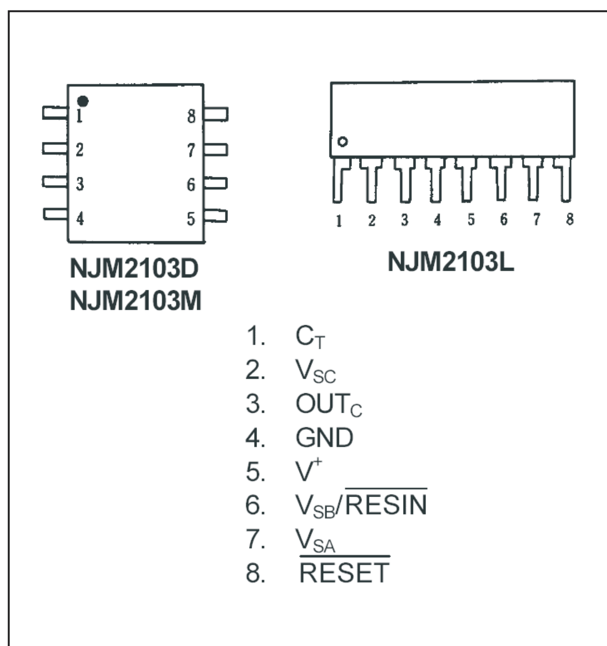


Figuur 7/250-1: Intern blokschema van de NJM2103.

- detectiedrempel 5 V voeding
  4,1 V min., 4,3 V typisch, 4,4 V max.
- hysteresis op 5 V detectiedrempel
  50 mV min., 100 mV typisch, 150 mV max.
- detectiedrempel overige ingangen
  1,202 V min., 1,220 V typisch, 1,238 V max.
- hysteresis op drempel overige ingangen
  14 mV min., 28 mV typisch, 42 mV max.
- verzadigingsspanning $\overline{\text{RESET}}$
  0,5 V max. (10 mA)
- verzadigingsspanning uitgang OUTC

NJM2103, systeem reset schakeling

0,4 V max.
- sinkstroom $\overline{\text{RESET}}$
80 mA max.
- laadstroom power-on reset condensator
9,5 µA typisch



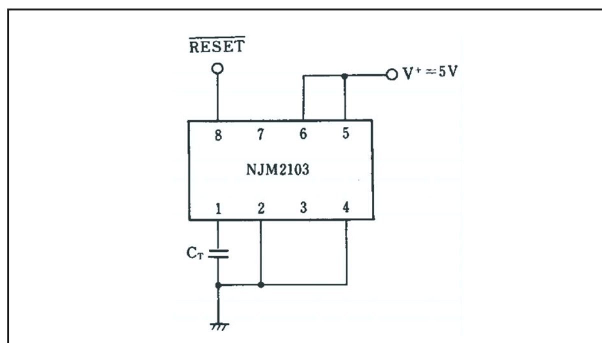
Figuur 7/250-2: Aansluitgegevens van de NJM2103.

Voorbeeldschakelingen

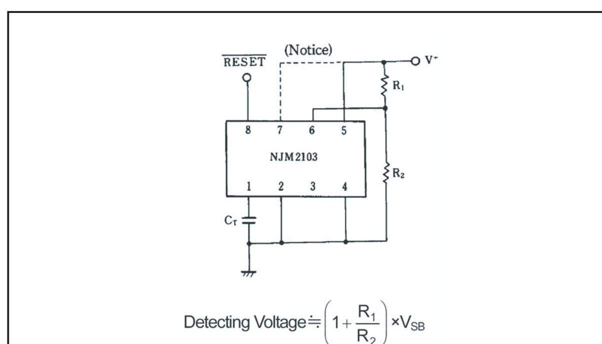
In figuur 7/250-3 is de eenvoudigste schakeling rond de NJM2103 weergegeven. In dit voorbeeld wordt alleen de +5 V systeemvoeding in de gaten gehouden. Via de interne resistieve verbinding tussen de pennen 5 en 7 reageert de schakeling op de vast ingestelde drempel van 4,2 V.

In figuur 7/250-4 wordt via de spanningsdeler R1/R2 en de ingang op pen 6 een tweede voedingsspanning gemonitored.

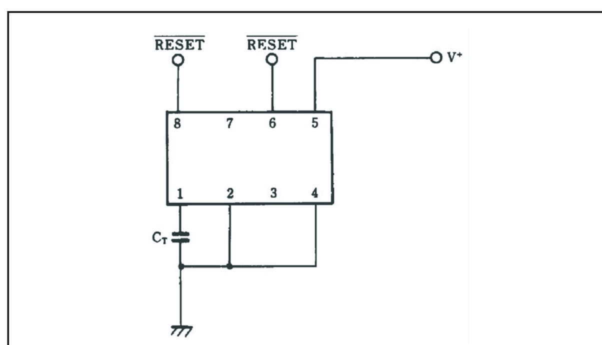
In figuur 7/250-5 wordt ingang 6 gebruikt voor het aanleggen van een extern signaal dat een $\overline{\text{RESET}}$ genereert.



Figuur 7/250-3: Het monitoren van de +5 V systeemvoeding.



Figuur 7/250-4: Het monitoren van een tweede voedingsspanning.



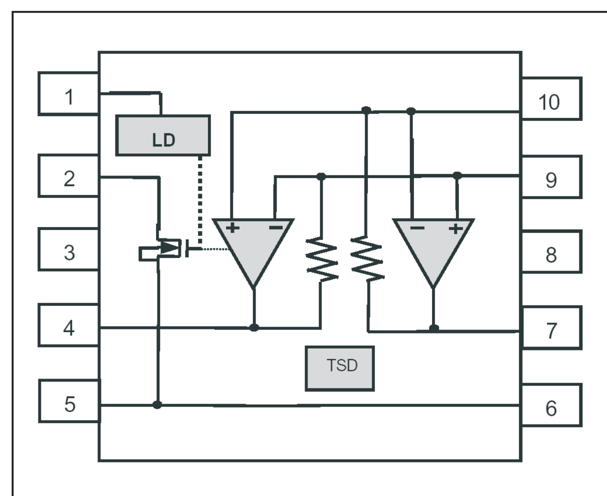
Figuur 7/250-5: Het uitbreiden van de schakeling met een reset-ingang op pen 6.

7/251

NJU7345, driver voor 5 V motoren met vastloop beveiliging

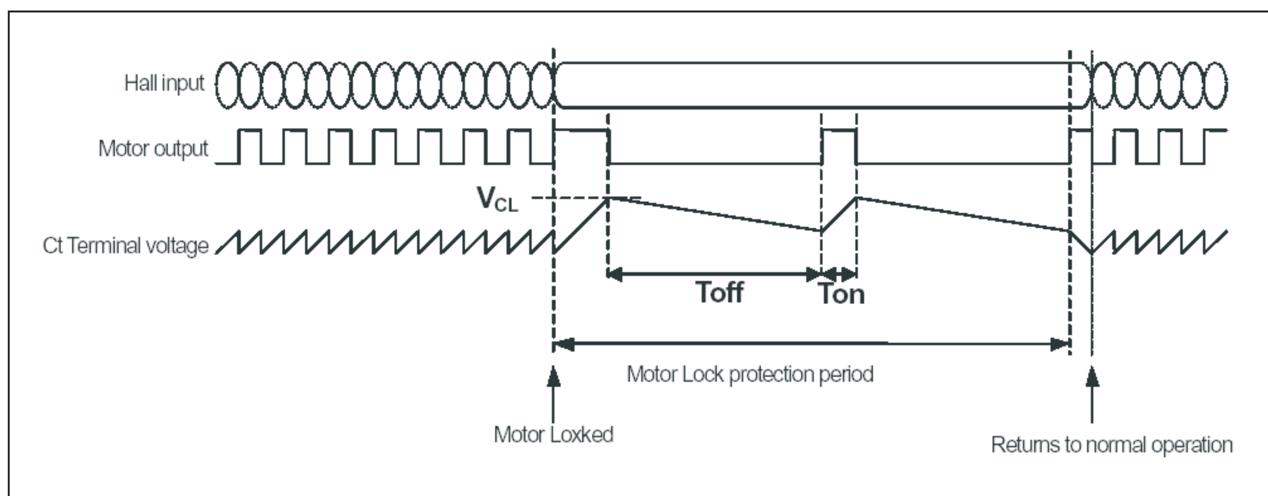
Kennismaking
De NJU7345 van New Japan Radio Co. Ltd. is een driver voor 5 V gelijkspanningsmotoren. De motor moet worden voorzien van een magneet op de as en een Hall-sensor die het draaien van de as terugkoppelt naar het IC. Loopt de motor vast, dan zal de NJU7345 de motor alleen pulsgewijs sturen tot de sensor opnieuw signalen afgeeft die er op wijzen dat de motor weer draait. Op deze manier wordt warmlopen van de driver én de motor voorkomen. Bovendien heeft het IC een uitgang RD die een signaal aflevert als de motor niet draait. Het IC bevat de noodzakelijke uitgangstrappen die een maximale stroom van 500 mA aan de motor kunnen leveren en is thermisch beveiligd.

Technische gegevens
- fabrikant
  New Japan Radio Co. Ltd.
- behuizing
  VSP-10
- intern blokschema
  figuur 7/251-1
- aansluitgegevens
  figuur 7/251-1
- werkingsprincipe
  figuur 7/251-2
- voedingsspanning
  2,2 V min., 5,5 V max.
- voedingsstroom (zonder motorsturing)
  4,0 mA max.
- offsetspanning Hall-versterker
  ±5 mA max.
- open lus versterking Hall
  80 dB typisch
- motorstroom
  500 mA typisch
- motorspanning
  4,80 V typisch
- uitgangsweerstand
  0,5 Ω typisch
- thermische shutdown
  180 °C typisch



Figuur 7/251-1: Intern blokschema en aansluitgegevens van de NJU7345.

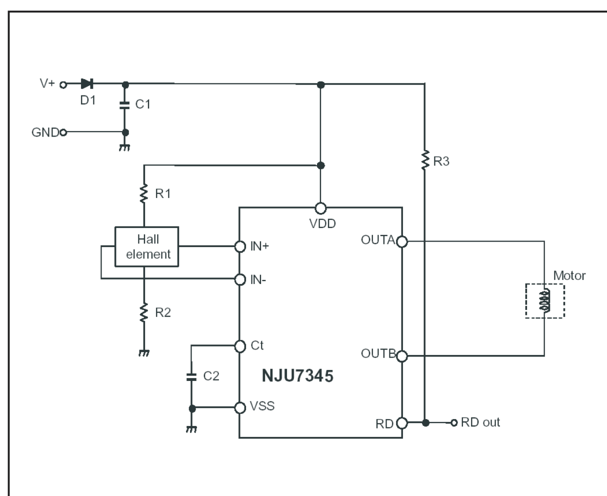
NJU7345, driver voor 5 V motoren met vastloop beveiliging



Figuur 7/251-2: Werkingsprincipe van de NJU7345.

Functie van de pennen

- 1: Ct
- 2: RD
- 3: Vdd
- 4: OUT B
- 5: Vss
- 6: Vss
- 7: OUT A
- 8: Vdd
- 9: IN-
- 10: IN+



Figuur 7/251-3: Standaard schema rond de NJU7345.

Voorbeeldschakeling

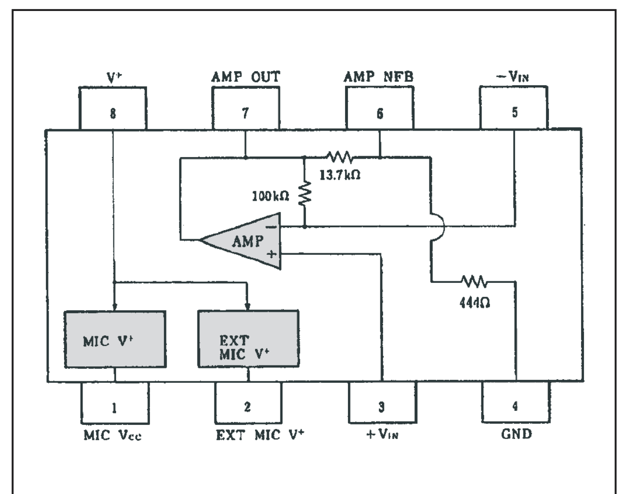
In figuur 7/251-3 is het voorgeschreven schema rond de NJU7345 voorgesteld. Als Hall-sensor wordt een HW101A aanbevolen. De waarde van de condensator C2 bepaalt de Lock Detection Time Ton en de Auto Resume Time Toff, zie figuur 7/251-2. Met een waarde van 150 nF is Ton = 0,49 s en Toff = 3,0 s. De schakeling stuurt dus, als de motor is vastgelopen, om de 3 s een pulsje van 0,49 s naar de motor om deze uit zijn vastloop conditie te bevrijden. De waarde van de twee weerstanden is, bij gebruik van een HW101A sensor, 300 Ω.

7/252

NJM2110, versterker voor twee elektret microfoons

Kennismaking
De NJM2110 van New Japan Radio Co. Ltd. is speciaal ontwikkeld voor alle apparaten waarin een elektret microfoon aanwezig is én die een ingang voor een externe microfoon hebben. De schakeling bevat de voedingsvoorziening voor de twee elektret's en een voorversterker met een versterking van ongeveer 30 dB. De voedingsvoorziening voor de externe microfoon is kortsluitvast.

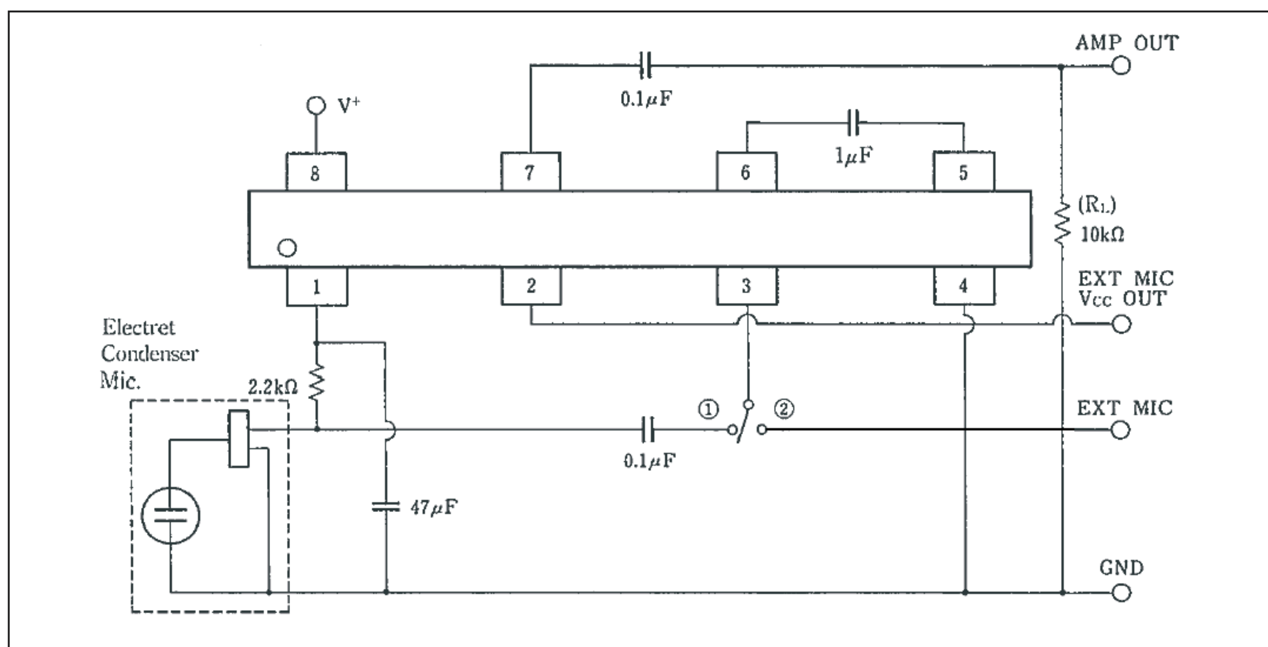
Technische gegevens
- fabrikant
  New Japan Radio Co. Ltd.
- behuizing
  DMP-8, SSOP-8
- intern blokschema
  figuur 7/252-1
- aansluitgegevens
  figuur 7/252-1
- voedingsspanning
  2,7 V min., 5,3 V max.
- voedingsstroom
  4,5 mA max.
- spanningsversterking
  27 dB min., 29 dB max.
- ingangsimpedantie
  110 kΩ typisch
- uitgangsspanning
  2,5 $V_{top\text{-}tot\text{-}top}$ max.
- totale harmonische vervorming
  0,05 % typisch (1 kHz, 300 $mV_{effectief}$)
- uitgangsruis
  30 $\mu V_{effectief}$ typisch
- uitgangsimpedantie
  10 Ω typisch
- voedingsspanning elektret
  2,0 V min., 2,7 V max.
- kortsluitstroom pen 2
  30 mA max.



Figuur 7/252-1: Intern blokschema en aansluitgegevens van de NJM2110.

Voorbeeldschakeling
In figuur 7/252-2 is de standaard schakeling rond de NJM2110 getekend. Via de omschakelaar kan de ingang van de versterker worden omgeschakeld tussen de interne en de externe microfoon.

NJM2110, versterker voor twee elektret microfoons



Figuur 7/252-2: Standaard schema rond de NJM2110.

7/253

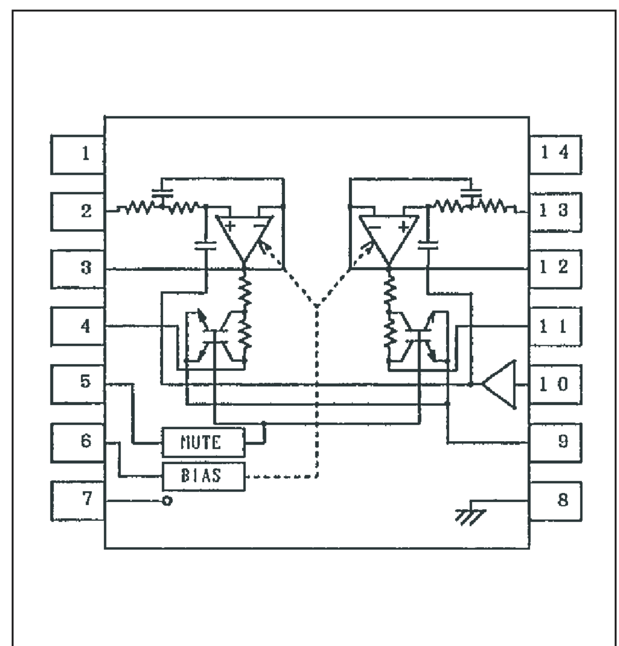
NJM2133, stereo audio DAC voor 16 bit PWM-audiostreams

Kennismaking

De NJM2133 van New Japan Radio Co. Ltd. bevat alle componenten voor het vormen van het noodzakelijk laagdoorlaatfilter als digitale audio onder de vorm van een Pulse Width Modulated (PWM) stream naar analoge audio moet worden omgezet. De schakeling heeft twee ingangen waarop de digitale audiostreams worden aangesloten en twee uitgangen waarop de analoge audiosignalen ter beschikking staan. Daarnaast staan een digitale MUTE en STAND-BY pen ter beschikking.

Technische gegevens

- fabrikant
  New Japan Radio Co. Ltd.
- behuizing
  DIL-14, DMP-14, SSOP-14
- intern blokschema
  figuur 7/253-1
- aansluitgegevens
  figuur 7/253-1
- voedingsspanning
  4,5 V min., 12 V max.
- voedingsstroom
  6,0 mA max.
- voedingsstroom, stand-by
  1 mA typisch
- bandbreedte
  figuur 7/253-2
- kanaal onbalans
  ±0,5 dB typisch
- totale harmonische vervorming
  0,015 % typisch



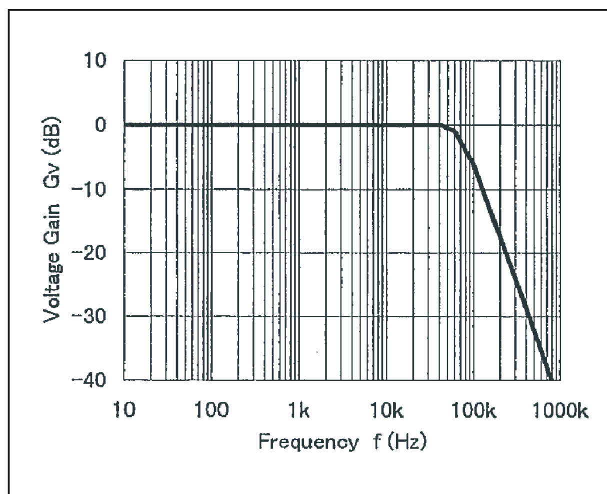
Figuur 7/253-1: Intern blokschema en aansluitgegevens van de NJM2133.

- signaal/ruis-verhouding
  86 dB typisch
- kanaalscheiding
  80 dB typisch
- verzwakking bij MUTE
  90 dB typisch
- MUTE spanning
  3,5 V min.

NJM2133, stereo audio DAC voor 16 bit PWM-audiostreams

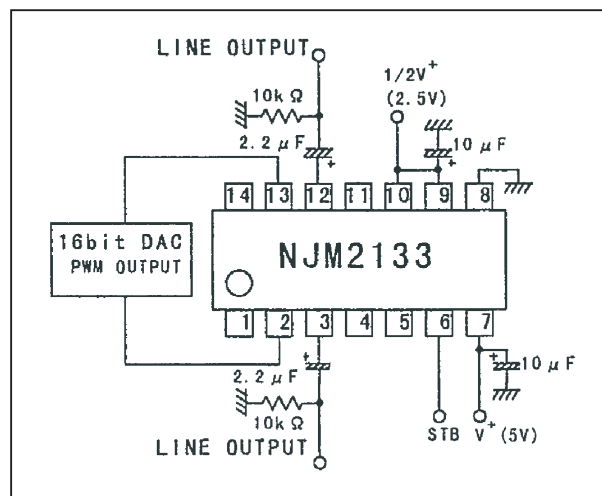
– STAND-BY spanning
  1,0 V max.

Functie van de pennen
– 1: NC
– 2: IN1
– 3: OUT1
– 4: MUTE1
– 5: DIGITAL MUTE
– 6: STAND-BY
– 7: Vcc
– 8: GND
– 9: REF2
– 10: REF1
– 11: MUTE2
– 12: OUT2
– 13: IN2
– 14: NC



Figuur 7/253-2: Bandbreedte van de twee analoge uitgangen.

Voorbeeldschakeling
In figuur 7/253-3 is het door de fabrikant voorgeschreven schema getekend. De twee digitale audiostreams worden aangeboden aan de pennen 2 en 13, de analoge audiosignalen staan ter beschikking op de pennen 3 en 12.



Figuur 7/253-3: Standaard schakeling rond de NJM2133.

8/1

Inhoud
Nieuwe ontwikkelingen in de vakwereld

Inhoud

1) Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

8/3

Meettechniek

Inhoud

8/3.12

De Peak Atlas SCR100 thyristor en triac analyser

Inleiding
Thyristoren en triac's worden in de moderne elektronica steeds vaker toegepast, maar zijn niet gemakkelijk te testen. Met universeelmeters lukt het niet en ook dynamische component analysers laten het afweten vanwege het bistabiele gedrag van deze elektronische schakelaars. Daar brengt de Peak Atlas SCR100, zie figuur 8/3.12-1, verandering in! Het apparaat stuurt opeenvolgende stroompulsen van 100 µA, 500 µA, 2,5 mA, 10 mA, 50 mA, 75 mA en 90 mA in de gate en detecteert wanneer de thyristor of de triac gaat geleiden. Op deze manier kunt u de gevoeligheid van het onderdeel op een unieke manier bepalen. De geleidingsperiode bedraagt slechts 200 µs, zodat gevoelige onderdelen niet worden beschadigd. De halfgeleider wordt bij deze test belast met een stroom van 100 mA en een spanning van 12 V.
Bovendien registreert het apparaat kortsluitingen en onderbrekingen tussen de aansluitingen.

Aansluiten en testen
Sluit de drie clip's van de SCR100 willekeurig aan op de drie aansluitingen van de thyristor of triac en druk op de knop "ON - TEST". De intelligente SCR100 bepaalt volledig automatisch het soort halfgeleider: thyristor of triac. Maar wat meer is, u ziet onmiddellijk op welke clip anode, kathode, gate, MT1 en MT2 zijn aangesloten, zie figuur 8/3.12-2.

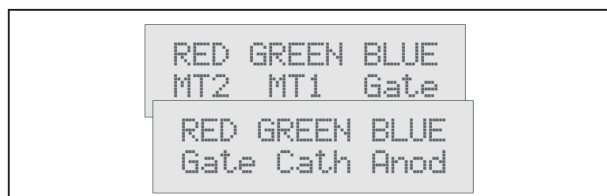


Figuur 8/3.12-1: De SCR100 zit in een gemakkelijk in de hand te houden kastje.

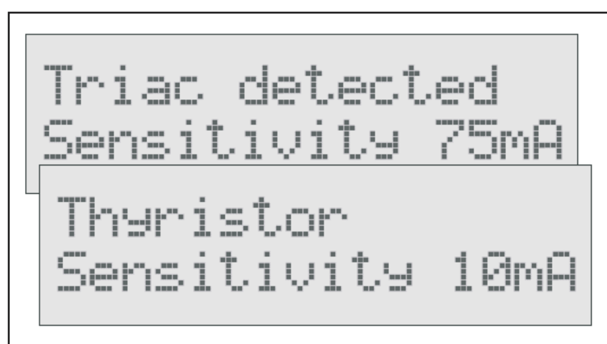
Na een druk op de knop "SCROLL - OFF" zet de SCR100 de gevoeligheid van de thyristor of de triac op het scherm. Hiermee wordt bedoeld de minimale stroom die u in de gate moet sturen om de elektronische schakelaar in geleiding te sturen, zie figuur 8/3.12-3.
Na een tweede druk op de knop "SCROLL - OFF" zet de SCR100 overige meetgegevens op het scherm, zoals de belastingsstroom en eventueel geconsta-

3.12 De Peak Atlas SCR100 thyristor en triac analyser

teerde fouten zoals kortgesloten elektroden of een niet herkenbaar onderdeel, zie figuur 8/3.12-4.



Figuur 8/3.12-2: De SCR100 bepaalt de aansluiting van de halfgeleider.



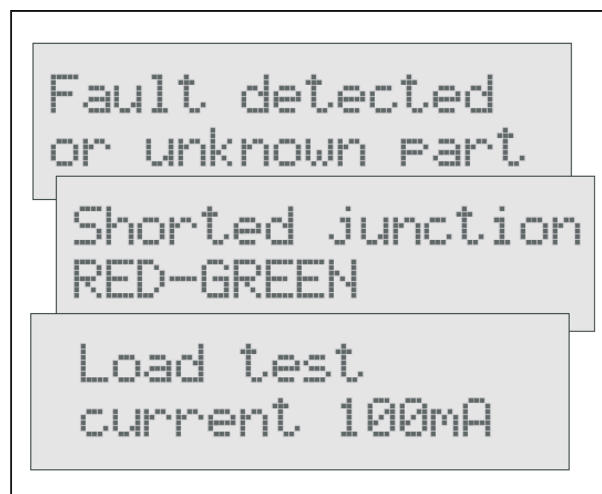
Figuur 8/3.12-3: In het volgende tekstvenster geeft het display de gevoeligheid van de thyristor of de triac weer.

Technische specificaties

De technische specificaties van de SCR100 zijn samengevat in de tabel van figuur 8/3.12-5.

Verkrijgbaarheid

De PEAK Atlas SCR100 kost € 124,00 ex. BTW en wordt in Nederland en Vlaanderen uit voorraad geleverd door:
Vego VOF
Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf (NL)
telefoon: 045-533.22.00
fax: 045-533.22.02
e-mail: vego_vof@compuserve.com
internet: www.vego.nl/atlas



Figuur 8/3.12-4: De overige gegevens van de halfgeleider worden in de volgende schermen voorgesteld.

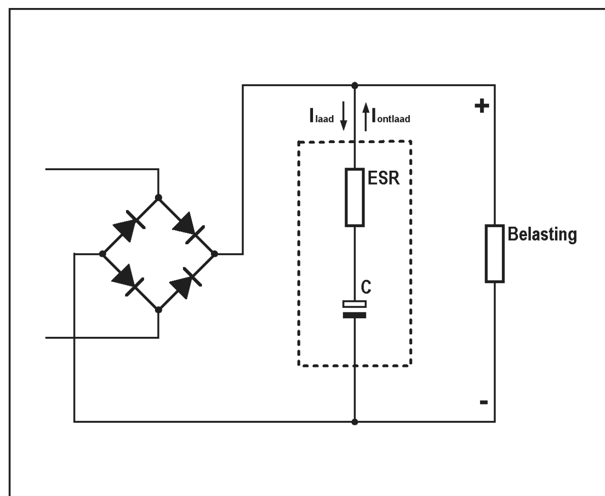
Parameter	Notitie	Min.	Typisch	Max.	Eenheid
Teststroom gate	I_{gate}	0,1-0,5-2,5-10-50-75-90			mA
Teststroom anode of MT2	I_{load}	90	100	110	mA
Testspanning anode of MT2	U_{load}		12		V
Pulsbreedte gate stroom	t_{gate}		100		µs
Pulsbreedte anode of MT2 stroom	t_{anode}		200		µs
Batterij		GP23/MN21 12 V			
Afmetingen		103 x 72 x 20			mm

Figuur 8/3.12-5: De technische specificaties van de SCR100.

8/3.13

De Peak Atlas ESR60 in-circuit intelligente ESR meter

Wat is ESR?
"ESR" is het letterwoord van "Equivalent Series Resistance". Het is de weerstand, die in serie staat met een condensator. Die weerstand is uiteraard niet onder de vorm van een échte weerstand aanwezig, maar wordt veroorzaakt door de technologie van de condensator. Vooral grote condensatoren en dan met name elektrolytische condensatoren hebben er last van.
Het probleem van de ESR wordt geschetst in figuur 8/3.13-1. U ziet het schema van een standaard voeding, waarin de primaire afvlakelco nu wordt voorgesteld door zijn capaciteit C en zijn ERS. De condensator wordt doorlopen door twee vrij grote stromen. Als de bruggelijkrichter een positieve spanning aflevert die hoger is dan de momentele spanning over de condensator, dan gaat er uit de secundaire wikkeling van de trafo via de lage dynamische impedantie van de twee geleidende dioden een grote stroom lopen naar de condensator. Deze stroom moet in de kleine geleidingstijd van de dioden de condensator zo volledig mogelijk opladen. Maar het zal duidelijk zijn dat deze stroom ook door de ESR vloeit en over deze weerstand een spanningsval veroorzaakt en bovendien dat de laadstroom lager wordt dan haalbaar zou zijn zonder ESR. Hoe groter de ESR, hoe groter deze spanningsval en hoe minder spanning er overblijft voor het snel opladen van de elco.



Figuur 8/3.13-1: Het nadeel van de ESR in het voorbeeld van een voeding.

Als de wisselspanning weer daalt, wordt de spanning over de condensator snel groter dan de spanning van de secundaire wikkeling van de trafo. De dioden gaan sperren en de condensator wordt nu belast met de stroom die de belasting vraagt. Deze stroom ontlaadt de condensator, maar ook deze stroom doorloopt de ESR en wekt een spanningsval op. Het zal duidelijk zijn dat ook nu een hoge ESR zeer ongunstig is voor de goede werking van de voeding. De inwendige weer-

3.13 De Peak Atlas ESR60 in-circuit intelligente ESR meter

stand neemt toe, de voeding levert minder spanning en de onvermijdelijke 100 Hz rimpel stijgt.

Warmteontwikkeling
Maar er is meer! Beide stromen wekken over de ESR een spanningsval op en er ontstaat dus verliesvermogen in de ESR. Het gevolg is dat de condensator gaat opwarmen, een verschijnsel dat in de meeste gevallen een langzame verhoging van de ESR tot gevolg heeft. Kortom, de kwaliteit van de elco gaat langzaam maar zeker achteruit en op een bepaald moment is de ESR zo groot geworden dat de voeding niet meer goed werkt en/of de elco er de brui aan geeft.

Meten van de ESR
Het regelmatig meten van de ESR van grote condensatoren is dus een zinvolle bezigheid in het preventief onderhoud van industriële elektronica. Meet men een elco met een grote ESR, dan is het verstandig deze elco te vervangen. Maar het is niet zo gemakkelijk om deze grootheid te meten. Normale RLC-meters meten alleen de capaciteit van een elco. Zet u de meter op "R", dan zal het apparaat wel een weerstand meten, maar deze heeft niets te maken met de ESR.

De ESR60 van Peak Electronics
De ESR wás moeilijk te meten, want het Engelse bedrijf Peak Electronics heeft met de Atlas ESR60 een apparaatje op de markt gebracht, dat speciaal werd ontwikkeld voor het meten van deze verborgen parameter van elco's. De ESR60 is, zie figuur 8/3.13-2, ondergebracht in de standaard behuizing van alle Peak meters. Ook de werking is vrijwel identiek. Met twee drukknopjes wordt het apparaatje bediend, de meetgegevens worden weergegeven op een tweeregelig alfanumeriek LCD-display.



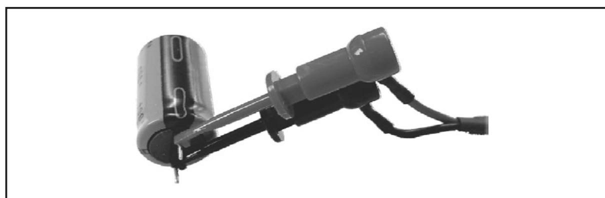
Figuur 8/3.13-2: De ESR60 van Peak Electronics.

Het werken met de ESR60
De ontwerpers van het apparaatje hebben rekening gehouden met de praktijk van de onderhoudsmonteur. Zo werkt de ESR60 "in-circuit", u kunt dus meten aan elco's die in een schakeling zijn gesoldeerd.
U sluit de ESR60 met de twee meegeleverde clip's (zie figuur 8/3.13-3) aan op de elco, drukt op de knop "ON-TEST" en even later staan de meetgegevens op het display. Met de knop "SCROLL-OFF" kunt u door de meetgegevens scrollen, zie figuur 8/3.13-4.

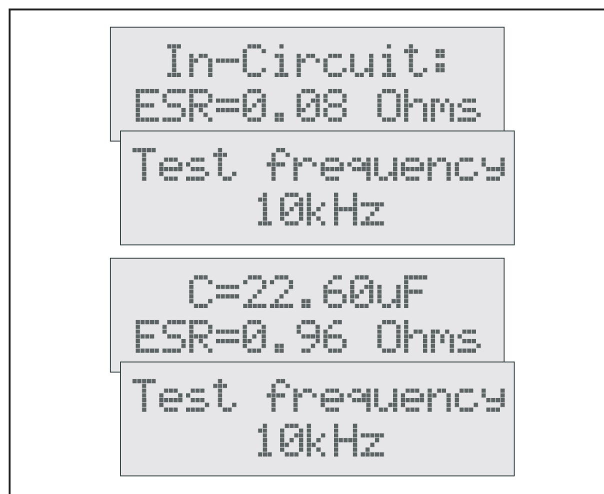
Bestand tegen geladen elco's
Een van de vervelendste eigenschappen van elco's is dat er op de meest onverwachte momenten nog flink wat lading in het onderdeel aanwezig kan zijn. Funest voor de meeste RLC-meters. Goed ontladen is de boodschap! De ESR60 is bestand tegen geladen elco's en meet de ESR ook goed als de condensator vol lading zit! De maximale spanning die het

3.13 De Peak Atlas ESR60 in-circuit intelligente ESR meter

apparaatje kan doorstaan is afhankelijk van de grootte van de elco. Een elco van 10 µF kan bijvoorbeeld geladen zijn met een spanning van maximaal 400 V, een elco van 100 µF mag een maximale spanning van 50 V voeren.



Figuur 8/3.13-3: De ESR60 wordt geleverd met twee handige meetclip's.



Figuur 8/3.13-4: Met de knop "SCROLL-OFF" kunt u door de meetgegevens scrollen.

Technische specificaties

In de tabel van figuur 8/3.13-5 zijn de specificaties van de ESR60 samengevat. Het meetbereik voor de ESR gaat van 0 Ω tot 10 Ω. Als de condensator "out-circuit" wordt gemeten zal de ESR60 ook de capaciteit van de condensator weergegeven en wel tussen 1 µF en 22.000 µF. Er word gemeten met een sinusvormige spanning van 10 kHz en 1 V, waarbij de maximale meetstroom 20 mA bedraagt.

Verkrijgbaarheid

De Peak Atlas ESR60 kost € 128,00 ex. BTW en wordt in Nederland en Vlaanderen uit voorraad geleverd door:
Vego VOF
Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf (NL)
telefoon: 045-533.22.00
fax: 045-533.22.02
e-mail: vego_vof@compuserve.com
internet: www.vego.nl/atlas

Parameter	min	typ	max
ESR meetbereik (ohm)	0		10
ESR resolutie (ohm)	5m	-	10m
ESR nauwkeurigheid (%)		±2%+10m	
Meetfrequentie (Hz)	10kHz		
Capacitief meetbereik (uF)	1uF		22,000uF
Capacitief meetbereik nauwkeurigheid		±5%	
Meetstroom (mA)			±20mA
Meetspanning (V)			1V
Bestendigheid ESR60 tegen geladen elco's		10uF @ 400V 100uF @ 50V	

Figuur 8/3.13-5: De technische specificaties van de ESR60.

3.13 De Peak Atlas ESR60 in-circuit intelligente ESR meter

8/4

Computer-techniek

Inhoud

8/4.6

USB-uitbreidingen voor uw Windows PC

Kennismaking

Onder de naam "PC Performance" brengt Vivanco een aantal apparaatjes op de markt, dat u in de meeste gevallen via een USB-poort op uw PC kunt aansluiten en dat de mogelijkheden van uw PC op een eenvoudige manier uitbreidt. Vivanco levert actieve hub's, adapters waarmee u RS232 en Centronics apparatuur via USB kunt aansluiten, adapters voor WLAN en Bluetooth, draadloze hoofdtelefoons en links en een vrij unieke video digitiser die veel awards heeft gewonnen. De meeste apparaten kunt u zonder kennis van hard- en software gemakkelijk installeren via de bijgeleverde CD-ROM's. Alle apparaten worden geleverd met een Nederlandstalige installatie-instructie op papier.

USB 2.0 Hub Compact

Inleiding
Met deze actieve hub, voorgesteld in figuur 8/4.6-1, sluit u maximaal vier USB-apparaten aan op uw PC. Deze hub is actief, dank zij de meegeleverde netstekkervoeding kunt u ook apparaten die flink wat stroom verbruiken zoals een optische muis zonder problemen op uw PC aansluiten. Windows herkent de hub automatisch, u hoeft dus geen driver te installeren.

Specificaties
– ondersteunt USB 1.1 en USB 2.0;
– snelheden: 480 Mb/s, 12 Mb/s en 1,5 Mb/s;
– cascadeerbaar;
– uitgangen beschermd tegen overbelasting:
– "Hot Swappable", apparatuur kan op ieder moment worden aangesloten en verwijderd;
– volledig "Plug&Play" onder Windows 2000 en XP;
– afmetingen 82 mm x 55 mm x 20 mm;
– gewicht: 56 g.



Figuur 8/4.6-1: De actieve hub USB 2.0 Compact.

Krachtige voeding
Met de meegeleverde netstekkervoeding, zie figuur 8/4.6-2, worden uw USB-apparaten gevoed zonder dat zij uw laptop belasten. Deze voeding levert 5 V bij 2 A, dank zij dit grote vermogen kunt u ook apparaten die flink wat stroom verbruiken (optische muis) zonder problemen op uw PC aansluiten.

Pakketomvang
- 1 x USB 2.0 Hub Compact;
- 1 x netstekkervoeding 5 V bij 2 A;
- 1 x USB 2.0 kabel;
- 1 x Nederlandstalige handleiding.



Figuur 8/4.6-2: De meegeleverde netstekkervoeding die 2 A bij 5 V levert.

Compatibiliteit
- Windows 98, ME, 2000, XP;
- Mac OS 10.1 en hoger.

USB 1.0 Hub 7

Inleiding
Met deze actieve hub, zie figuur 8/4.6-3, sluit u maximaal zeven stroomvretende USB-apparaten aan op uw PC. Deze hub is actief, dank zij de meegeleverde zware 4 A geschakelde voeding kunt u ook apparaten die flink wat stroom verbruiken (optische muis) zonder problemen op uw PC aansluiten. Windows herkent de hub automatisch, u hoeft dus geen driver te installeren.



Figuur 8/4.6-3: De actieve USB 1.0 Hub 7.

Specificaties
- ondersteunt USB 1.0 en USB 1.1;
- snelheden: 12 Mb/s en 1,5 Mb/s;
- stroomverbruik: 4 A maximaal;
- cascadeerbaar;
- uitgangen beschermd tegen overbelasting:
- “Hot Swappable”, apparatuur kan op ieder moment worden aangesloten en verwijderd;
- volledig “Plug&Play” onder Windows 2000 en XP;
- afmetingen 100 mm x 60 mm x 35 mm;
- gewicht: 120 g.

Krachtige voeding
Met de meegeleverde geschakelde voeding, zie figuur 8/4.6-4, worden uw USB-apparaten gevoed zonder dat zij uw laptop belasten. Deze voeding levert 5 V bij 4 A, dank zij dit grote vermogen kunt u ook apparaten die flink wat stroom verbruiken (optische muis) zonder problemen op uw PC aansluiten.

4.6 USB-uitbreidingen voor uw Windows PC



Figuur 8/4.6-4: De meegeleverde zware geschakelde voeding kan 4 A stroom leveren.

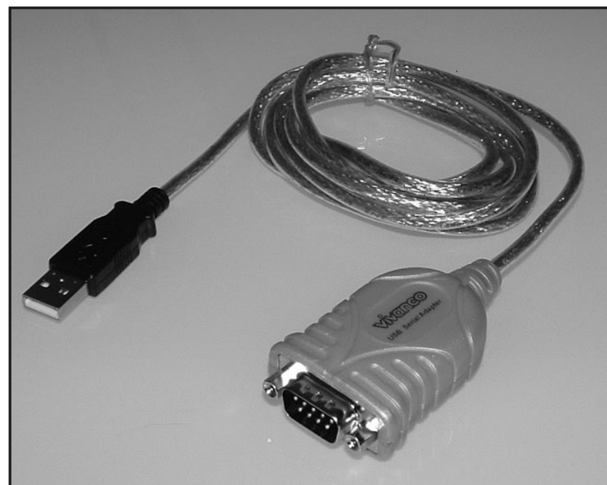
Pakketomvang
- 1 x USB 1.0 Hub 7;
- 1 x geschakelde voeding 5 V bij 4 A;
- 1 x USB 1.0 kabel;
- 1 x Nederlandstalige handleiding.

Compatibiliteit
- Windows 98, ME, 2000, XP;
- Mac OS 10.1 en hoger.

USB naar RS232 adapter

Inleiding
Met deze adapter, voorgesteld in figuur 8/4.6-5, sluit u seriële apparatuur aan op een USB-poort van uw laptop. Op deze manier kunt u uw oude printers, scanners en camera's ook op uw moderne laptop gebruiken. De adapter ondersteunt UART en alle specificaties van RS232 communicatie. De meegeleverde driver (op CD-ROM) installeert de adapter als virtuele poort COM3. Deze poort ondersteunt echter geen apparatuur die een IRQ aanvraagt of gebruik maakt van I/O-geheugen.

Specificaties
- ondersteunt USB 1.1 en RS232;
- automatische handshake;



Figuur 8/4.6-5: De serieel naar USB adapter.

- data transferrate meer dan 500 kb/s;
- ondersteunt remote wake-up;
- 96 byte buffer voor up- en downstream;
- ondersteunt “Plug&Play”;
- geen IRQ noodzakelijk;
- voorzien van mannelijke RS232 connector.

Pakketomvang
- 1 x USB RS232 adapter;
- 1 x CD-ROM met driver;
- 1 x Nederlandstalige handleiding.

Compatibiliteit
Windows 98, ME, 2000, XP.

USB naar Centronics adapter

Inleiding
Met deze in figuur 8/4.6-6 voorgestelde adapter sluit u parallelle apparatuur aan op een USB-poort van uw laptop. De adapter werkt volledig bidirectioneel en ondersteunt het Centronics-protocol.

Ideaal als u die oude naaldjesprinter, die u bijvoorbeeld nog steeds gebruikt voor doorslagafdrukken, ook op uw moderne PC's wilt gebruiken.



Figuur 8/4.6-6: De Vivanco USB naar parallel adapter.

Specificaties
- ondersteunt USB 1.1 en Centronics;
- USB type A naar Centronics 36-pens male;
- IEEE-1284 kabel voor snelle data-overdracht;
- werkt bidirectioneel;
- ondersteunt de standaard parallelle printerpoort LPT1;
- "Hot Plug&Play";
- snelheid tot 1,2 Mb/s.

Pakketomvang
- 1 x USB Centronics adapter;
- 1 x CD-ROM met driver;
- 1 x Nederlandstalige handleiding.

Compatibiliteit
- Windows 98, ME, 2000, XP.

USB2 N-Link

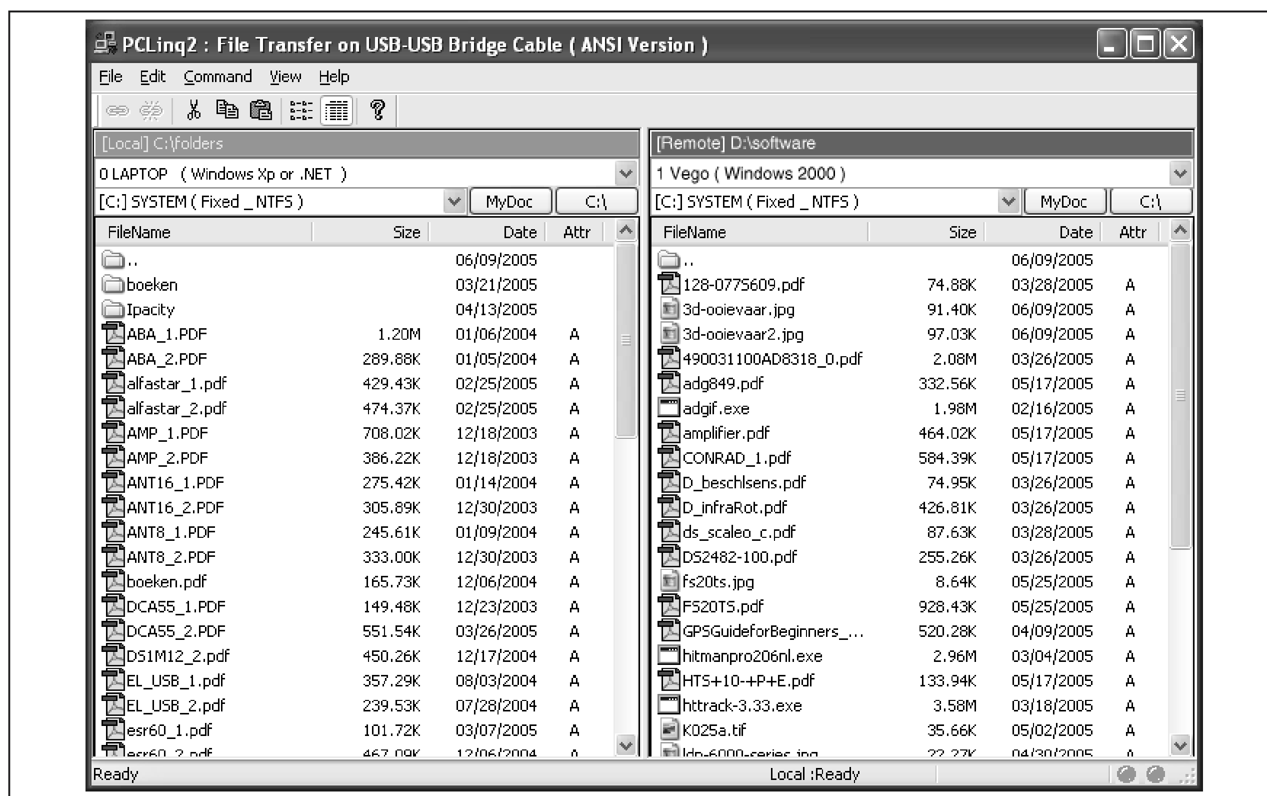
Inleiding
Met dit in figuur 8/4.6-7 voorgestelde handig apparaatje verbindt u twee PC's via USB en deelt en kopieert bestanden van de ene naar de andere PC. U kunt ook een netwerk opbouwen van maximaal 17 PC's die via de TCP/IP, NetBEUI en IPX/SPX protocollen met elkaar communiceren. De USB2 N-Link werkt met een snelheid van 15 Mb/s bij gebruik van USB 2.0 poorten op alle PC's. Ook geschikt voor USB 1.1 protocol met verlaagde snelheid.
In de functie "gegevensverbindings modus" kunt u met dit apparaatje met een snelheid van 15 Mb/s gegevens uitwisselen tussen twee PC's die zijn voorzien van een USB 2.0 poort. In de functie "brugnetwerk modus" kunt u met diverse identieke apparaatjes een netwerk volgens Intranet-protocol samenstellen tussen maximaal zeventien PC's.



Figuur 8/4.6-7: Met de USB2 L-Link wisselt u snel bestanden uit tussen twee PC's.

Specificaties
- compatibel met USB 1.1 en USB 2.0;

4.6 USB-uitbreidingen voor uw Windows PC



Figuur 8/4.6-8: PCLinq2 heeft twee vensters die de inhoud van de harde schijven van de twee met de N-Link verbonden PC's weergeven.

- gegevensoverdracht tot 15 Mb/s in "gegevensverbindings modus";
- intranet met maximaal 17 PC's;
- ondersteunt TCP/IP, NetBEUI en IPX/SPX protocollen;
- ondersteunt energiebeheer met stand-by functie van Windows;
- ondersteunt remote wake-up functie van Windows.

Het PCLinq2 programma

Dit programma, waarvan figuur 8/4.6-8 een schermafdruk geeft, heeft op beide PC's twee vensters die de inhoud van de harde schijven van de locale en remote PC weergeven. U sleept bestanden van het ene naar het andere venster, de Vivanco USB2 N-Link doet de rest!
De software installeert twee versies:

- ANSI op alle Windows-versies;
- Unicode op Windows 2000 en XP.

U kunt bestanden slepen, openen, aanmaken, wissen, kopiëren en namen van bestanden en mappen wijzigen.

Pakketomvang

- 1 x USB2 N-Link plus twee USB-kabels met USB-connectoren;
- 1 x CD-ROM met drivers en software;
- 1 x Nederlandstalige handleiding.

Compatibiliteit

- Windows 98SE, ME, 2000, XP.

WLAN USB 11

Inleiding

Met de Vivanco WLAN USB 11, zie figuur 8/4.6-9, communiceert u met uw

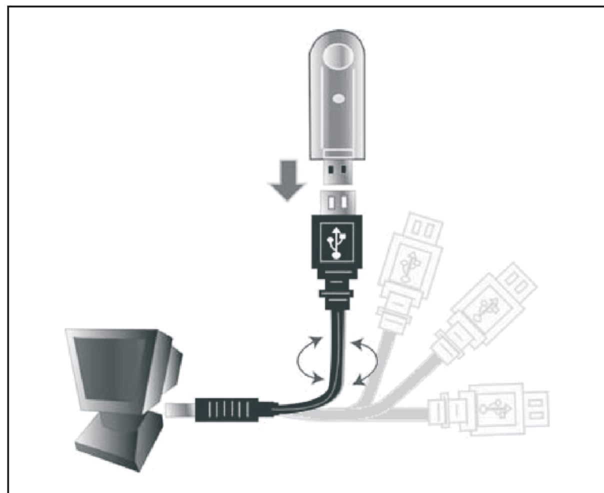
laptop of desktop met draadloze openbare of besloten netwerken. De maximale data-overdracht is 11 Mb/s, volgens de IEEE 802.11b norm. De WLAN USB 11 zoekt automatisch contact met een openbaar access point of met de PC's van uw draadloos netwerk. De reikwijdte bedraagt ongeveer 300 m in de open lucht en 100 m in een kantooromgeving. Datasnelheid tot 11 Mb/s, compatibel met IEEE 802.11b. Data-encryptie via 64 of 128 bit WEP.



Figuur 8/4.6-9: De WLAN adapter van Vivanco.

Specificaties
- compatibel met USB 1.0 en USB 1.1;
- compatibel met IEEE 802.11b en 802.11g apparatuur;
- frequentiebereik: 2,400 GHz tot 2,497 GHz;
- aantal kanalen: 11 max. (FCC);
- modulatie: DBPSK/DQPSK/CCK;
- maximale snelheid 11 Mb/s;
- antenne: geïntegreerde microstrip;
- 64 of 128 bit WEP encryptie;
- bereik: 100 m IN, 300 m OUT;
- afmetingen: 77 mm x 26 mm x 12 mm;
- gewicht: 12 g.

Handige zwanenhals voor optimale ontvangst
Met de meegeleverde stijve zwanenhals (figuur 8/4.6-10) én USB-verbinding kunt u uw WLAN USB 11 zó uitrichten, dat de antenne de maximale gevoeligheid heeft. Dit ziet u in het configuratievenster. In de meeste gevallen zult u de adapter horizontaal moeten opstellen.



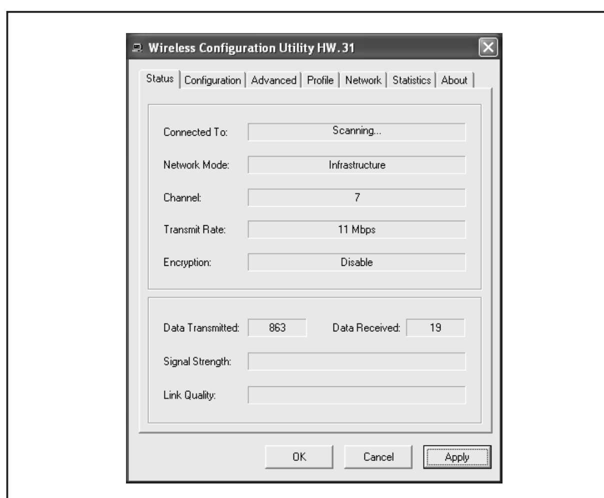
Figuur 8/4.6-10: Met de flexibele zwanenhals stelt u uw WLAN adapter in op maximale gevoeligheid.

Pakketomvang
- 1 x WLAN USB 11 adapter;
- 1 x zwanenhals USB-verbinding;
- 1 x CD-ROM met drivers en software;
- 1 x Uitgebreide Nederlandstalige handleiding op CD-ROM.

Compatibiliteit
- Windows 98SE, ME, 2000, XP.

Wireless Configuration Utility
Met de in figuur 8/4.6-11 voorgestelde software "Wireless Configuration Utility" kunt u uw draadloos netwerk volledig configureren. **Hiervoor is echter basiskennis over draadloze netwerken beslist noodzakelijk!** In het scherm "STATUS" zoekt uw WLAN USB 11 adapter automatisch naar zenders in de buurt. Door middel van thermometerschalen wordt de signaalsterkte en de kwaliteit van de

verbinding getest. U kunt de transmissiesnelheid instellen op 11 Mb/s, 5,5 Mb/s, 2 Mb/s, 1 Mb/s en Auto. U kunt twee modi instellen: in de “Ad-Hoc modus” zal de WLAN USB 11 automatisch verbinding zoeken met een draadloos station. In de “Infrastructure modus” zoekt de adapter toegang tot een openbaar access point.

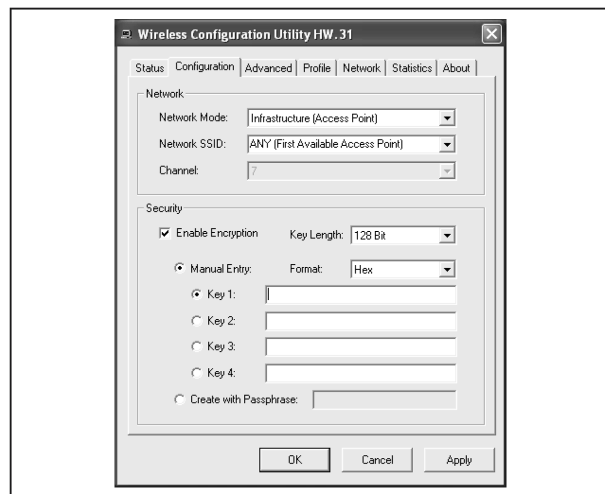


Figuur 8/4.6-11: De “Wireless Configuration Utility”.

WEP codering

Deze functie wordt gebruikt om de draadloze communicatie te beschermen tegen afluisteren. Een secundaire functie van WEP is de beveiliging tegen ongeautoriseerde toegang tot een draadloos netwerk. Dit kan worden bereikt door gebruik te maken van de coderingsfunctie. Er zijn twee types codering: 64 bit en 128 bit, zie figuur 8/4.6-12. Selecteer het type dat u wilt gebruiken.
U kunt de sleutel invoeren die u wilt gebruiken (van sleutel #1 tot sleutel #4). De sleutel die u kiest vormt de codering tussen het station waarmee u verbinding heeft. Wanneer u 64 bit kiest moet u 10 waarden invoeren in het bereik 0~F, hexadecimaal. Wanneer u echter 128 bit selecteert, moet u 26 waarden invoeren (0~F, hexadecimaal).

- Verificatietype open systeem:
  Met dezelfde WEP sleutel tussen de stations hoeven de stations niet te worden geverifieerd en dit algoritme is het meest gebruikte.
- Verificatietype shared key:
  Met dezelfde WEP sleutel tussen de stations in dit verificatie algoritme, gebruikt dit type codepakketten waarbij een verificatietekst wordt verzonden die door beide zijden wordt bevestigd. Om te kiezen welk verificatie algoritme zal worden gebruikt, moet u weten welk station dit algoritme het eerst ondersteunt.



Figuur 8/4.6-12: Het instellen van de specificaties van uw WEP codering.

BT USB 100

Inleiding

Met de in figuur 8/4.6-13 voorgestelde Vivanco BT USB 100 Bluetooth adapter, bijgenaamd “AirConAction”, verbindt u uw desktop of laptop draadloos met overige Bluetooth apparatuur, zoals PDA’s, printers en draagbare telefoons. De

AirConAction is een klasse 1 apparaat, dit wil zeggen dat het zendvermogen 100 mW is en het bereik 100 m bedraagt. Dank zij de frequency hopping technologie heeft u geen last van storingen. Datasnelheden tot 723 kb/s.



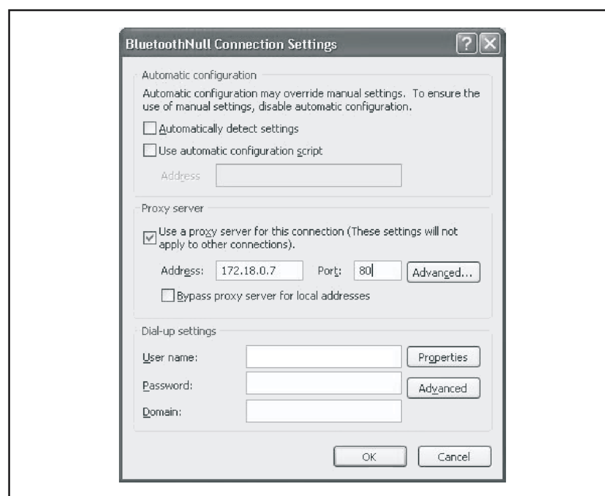
Figuur 8/4.6-13: De Bluetooth adapter BT USB 100 van Vivanco.

Specificaties

- compatibel met USB 1.0 en USB 1.1;
- compatibel met 2,4 GHz Bluetooth technologie;
- opbouw van een PAN (Personal Area Network) mogelijk;
- automatische datasynchronisatie tussen PC en PDA's:
- toegang tot netwerken zonder bedrading;
- bereik tot 100 meter dank zij 100 mW vermogen;
- transferrate tot 723 kb/s;
- gegevensbeveiliging via 128 bit versleuteling;
- afmetingen: 75 mm x 26 mm x 8 mm;
- gewicht: 14 g.

Uitgebreide software meegeleverd

Met de "Bluetooth Management Software"(figuur 8/4.6-14) kunt u alle instellingen van uw Bluetooth communicatie en uw PAN (Personal Area Network) uitgebreid configureren. **Hiervoor is echter basiskennis over draadloze netwerken en Bluetooth beslist noodzakelijk!** Met dezelfde software kunt u ook uw toegang tot Internet configureren.



Figuur 8/4.6-14: De "Bluetooth Management Software".

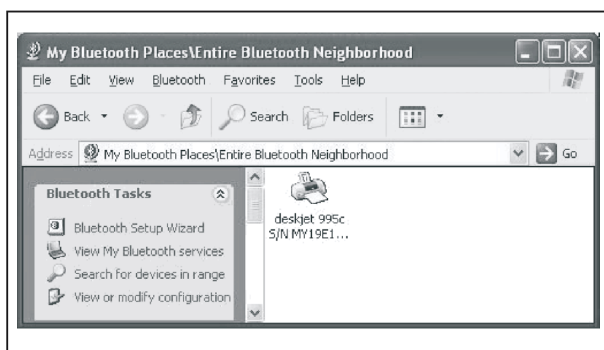
Phone Connection Monitor

Met deze utility (figuur 8/4.6-15) kunt u de verbinding tussen uw met de AirConAction uitgeruste PC en een mobiele telefoon instellen. Via deze mobiele telefoon kunt u nadien faxen verzenden, wereldwijd telefoneren en Internet bezoeken.



Figuur 8/4.6-15: De "Phone Connection Monitor".

Draadloos printen
Print zonder bedrading vanuit uw PC op een Bluetooth compatibele printer! Via “My Bluetooth Places” (figuur 8/4.6-16) krijgt u contact met een Bluetooth printer en kunt u uw documenten draadloos printen dank zij het “Hardcopy Cable Replacement Profile” (HCRP).



Figuur 8/4.6-16: “My Bluetooth Places”.

Ondersteunde Bluetooth profielen
– Generic Access Profile (GAP);
– Serial Port Profile (SPP);
– Service Discovery Application Profile (SDAP);
– Generic Object Exchange Profile (GOEP);
– Object Push Profile (OPP);
– File Transfer Profile (FTP);
– Dial-up Network Profile (DUN);
– LAN Access Profile (LAP);
– Fax Profile (FAX);
– synchronisatieprofiel;
– koptelefoonprofiel;
– Personal Area Network (PAN);
– Human Interface Device (HID);
– Hardcopy Cable Replacement Profile (HCRP).

Pakketomvang
– 1 x BT USB 100 “AirConAction” adapter;
– 1 x verlengkabeltje met 2 x USB-connectoren;
– 1 x CD-ROM met drivers en software;
– 1 x Nederlandstalige installatie-instructie;
– 1 x zeer uitgebreide (128 pagina’s) Engelstalige handleiding op CD-ROM.

Compatibiliteit
– Windows 98SE, ME, 2000, XP;
– Mac OS 10.2.x en hoger.

CHH 100 hoofdtelefoon

Inleiding
In vier stappen digitale HiFi-weergave via deze draadloze hoofdtelefoon:
– plug de USB-stick in een USB-poort;
– Windows herkent het apparaat als “USB Audio”;
– selecteer de audiobestanden;
– schakel de hoofdtelefoon in en geniet van uw audio.
Dank zij de digitale overdracht op 2,4 GHz en het zendvermogen van 10 mW heeft u een absoluut storingsvrij bereik van ongeveer 30 meter.

Digitale zender
Deze kleine zender (figuur 8/4.6-17) plugt u in een USB-poort van uw PC. Dat is alles!



Figuur 8/4.6-17: De kleine zender van het systeem.

4.6 USB-uitbreidingen voor uw Windows PC

Specificaties zender

– USB 1.1 compatibel;
– digitale transmissie;
– acht kanalen in de 2,4 GHz band;
– zendvermogen 10 mW e.i.r.p.;
– bereik 30 m.

USB Audio automatisch herkend

De zender werkt volgens de “USB Audio” norm. Deze wordt door Windows 2000 en XP automatisch herkend. Bij het inpluggen van de zender wordt de driver automatisch geladen, u hoeft dus géén software te installeren. In het venster “Geavanceerde eigenschappen van geluid” kiest u “Stereohoofdtelefoon” als luidsprekeropstelling, zie figuur 8/4.6-18.



Figuur 8/4.6-18: Het instellen van een hoofdtelefoon als weergave apparaat.

Draadloze batterijgevoede ontvanger

De digitale ontvanger is ingebouwd in de hoofdtelefoon van figuur 8/4.6-19. Deze wordt batterijgevoed en heeft een AAN/UIT schakelaar en een volumeregelaar. De ontvanger zoekt automatisch het kanaal waarop u de zender heeft ingesteld.



Figuur 8/4.6-19: De hoofdtelefoon met ingebouwde ontvanger.

Specificaties ontvanger

– digitale ontvangst;
– absoluut storingsvrij;
– frequentiebereik 20 Hz tot 20 kHz;
– signaal/ruis verhouding 87 dB;
– vervorming kleiner dan 0,1 %;
– werkt ongeveer acht uur op nieuwe batterijen;
– voeding twee AA batterijen.

Compatibel met Vivanco’s CHT 100

Vivanco’s CHH 100 is volledig compatibel met de draadloze audiolink CHT 100. U kunt beide zenders gebruiken om de ontvanger van het CHT 100 systeem en de hoofdtelefoon CHH 100 aan te sturen.

Pakketomvang

– 1 x USB-stick als zender;
– 1 x hoofdtelefoon met ontvanger;
– 2 x AA batterij;
– 1 x Nederlandstalige handleiding.

Compatibiliteit

– Windows 98SE, ME, 2000, XP;
– Mac OS 9.2.1 en hoger;
– Linux kernel 2.4 en hoger.

CHT 100 audio link

Inleiding

Met de Vivanco CHT100 kunt u audio digitaal en draadloos verzenden van uw PC naar uw geluidsinstallatie en uiteraard ook vice versa:

- sluit de zender aan op de hoofdtelefoonuitgang van uw geluidskaart of laptop;
- sluit de ontvanger aan op de LINE-ingang van uw HiFi;
- verstuur uw audiobestanden draadloos en digitaal van PC naar HiFi!

Dank zij de digitale overdracht op 2,4 GHz en het zendvermogen van 10 mW heeft u een absoluut storingsvrij bereik van ongeveer 30 meter.

Digitale zender

Deze kleine zender, voorgesteld in figuur 8/4.6-20, plugt u in de hoofdtelefoon connector van uw PC. Dat is alles!



Figuur 8/4.6-20: De draadloze zender van het systeem.

Specificaties zender

- analoge stereo audio in via 2 x male cinch;
- digitale transmissie met foutcorrectie;
- absoluut storingsvrij;
- ingebouwde antenne;
- acht instelbare kanalen in de 2,4 GHz band;
- zendvermogen 10 mW e.i.r.p.;
- bereik 30 m;
- voeding 9 V @ 300 mA met meegeleverde netstekkervoeding.

Digitale ontvanger

De digitale ontvanger van figuur 8/4.6-21 plugt u in de LINE-ingang van uw HiFi-installatie. De ontvanger zoekt automatisch het kanaal waarop u de zender heeft ingesteld.



Figuur 8/4.6-21: De draadloze ontvanger van het systeem.

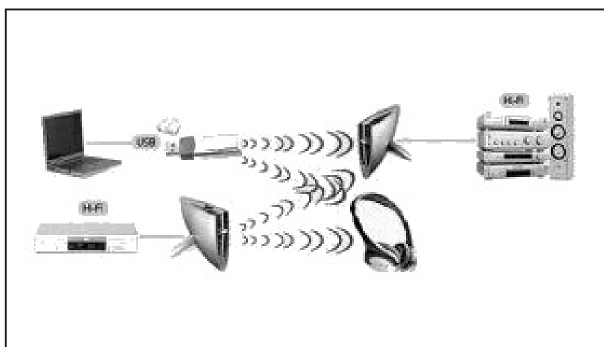
Specificaties ontvanger

- analoge stereo audio uit via 2 x male cinch;
- digitale ontvangst met foutcorrectie;
- absoluut storingsvrij;
- ingebouwde antenne;
- automatische afstemming op zenderkanaal;
- frequentiebereik 20 Hz tot 20 kHz;
- signaal/ruis verhouding 87 dB;
- vervorming kleiner dan 0,1 %;
- bereik 30 m;

– voeding 9 V @ 300 mA met meegeleverde netstekkervoeding.

Ook in de andere richting te gebruiken!
U kunt natuurlijk ook de zender aansluiten op de LINE-uitgang van uw HiFi en de ontvanger op de LINE-ingang van uw geluidskaart. Een indrukwekkend eenvoudige manier om bijvoorbeeld uw oude LP's via uw PC te digitaliseren en op te zetten naar Audio-CD! Denk er echter wél aan dat u dan een voorversterker, zoals de PA 111 moet gebruiken.

Compatibel met Vivanco's CHH 100
Vivanco's CHT 100 is volledig compatibel met de draadloze hoofdtelefoon CHH 100. U kunt beide zenders, zie figuur 8/4.6-22, gebruiken om de ontvanger van het CHT 100 systeem en de hoofdtelefoon CHH 100 aan te sturen.



Figuur 8/4.6-22: De twee systemen CHH 100 en CHT 100 kunnen samenwerken.

Pakketomvang
– 1 x CHT 100 zender;
– 1 x CHT 100 ontvanger;
– 2 x netstekkervoeding 9 V @ 300 mA;
– 2 x stereokabel van 2 x male cinch naar 3,5 mm male jackplug stereo;
– 1 x stereokabel 3,5 mm male jackplug naar 3,5 mm male jackplug;
– 1 x Nederlandstalige handleiding.

Compatibiliteit
– Bruikbaar op alle PC's met audio-uitgang.

PA 111 phono versterker

Inleiding
Met de Vivanco PA 111, zie figuur 8/4.6-23, kunt u de uitgang van uw platendraaier aansluiten op de LINE-ingang van uw geluidskaart. Eindelijk kunt u uw verzameling LP's met optimale kwaliteit via uw PC digitaliseren en omzetten in Audio-CD! De Vivanco PA 111 phono versterker zet u tussen de uitgangskabel van uw platenspeler (Phono IN) en de LINE-ingang van uw geluidskaart of laptop (CD OUT). Dat is alles! U kunt nu uw LP's met maximale geluidskwaliteit via geëigende software digitaliseren, omzetten naar WAV en MP3 of er een Audio-CD van branden.



Figuur 8/4.6-23: De Vivanco PA 111 RIAA-voorversterker.

Specificaties
– ingangssignaal: 2 mV typisch;
– uitgangssignaal: 775 mV max.;
– afmetingen: 9 x 5,2 x 2 cm;

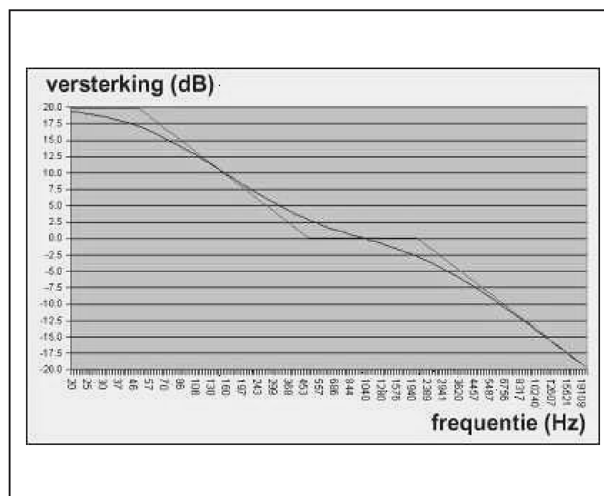
– gewicht: 300 g;
– voeding via meegeleverde netstekker-voeding.

Waarom een phono versterker?
Als u uw oude LP's met uw PC wilt digitaliseren, dan zit u met twee problemen:
– te lage uitgangsspanning van uw draaitafel;
– foutieve frequentieweergave van uw draaitafel.

De elektronica in de Vivanco PA 111 phono versterker verzorgt zowel de versterking van het kleine signaal als de RIAA frequentiecorrectie.

Te lage uitgangsspanning
Het magnetodynamisch element (de "naald") van uw platenspeler geeft een spanning af die maar een paar mV (duizendsten van een volt) groot is. Ter vergelijking: uw CD-speler geeft een spanning af van gemiddeld 500 mV. U moet dus de uitgangsspanning van uw draaitafel flink versterken voor deze naar de LINE-ingang van uw PC kan. Dat versterken moet zo dicht mogelijk bij uw platenspeler gebeuren, anders zal het zeer kleine signaal via lange kabels storingen oppikken. Om dit probleem op te lossen moet u de Vivanco PA 111 phono versterker zo dicht mogelijk bij uw draaitafel zetten.

Foutieve frequentieweergave
Tijdens het snijden van de matrijzen waarmee uiteindelijk LP's werden geperst, paste men een zogenaamde RIAA (Recording Industry Association of America) correctie toe. Deze correctie is niets anders dan het verzwakken van de lage tonen met maximaal 20 dB en het versterken van de hoge tonen met maximaal 20 dB, met als knikpunt 1.000 Hz. Zou een dergelijke correctie niet worden uitgevoerd, dan zouden de lage tonen heel brede groeven nodig hebben en zouden de hoge tonen verloren gaan in de eigen ruis van het vinyl waarvan de plaat is gemaakt. In een phono versterker zoals de PA 111 vindt het omgekeerde proces, zie figuur 8/4.6-24, plaats waardoor de geluidsweergave weer frequentierecht is.



Figuur 8/4.6-24: Door de RIAA frequentiecorrectie krijgt u een frequentierechte weergave.

Geen zin in lange kabels door uw huis?
Sluit dan de CD OUT van de Vivanco PA 111 aan op de zender van de draadloze audiolink CHT 100. Sluit vervolgens de ontvanger van deze link aan op de LINE ingang van uw geluidskaart. Het geluid van uw LP's gaat draadloos en in optimale digitale kwaliteit van uw woonkamer naar de kamer waar uw PC staat. Let echter op de maximaal te overbruggen afstand van ongeveer 30 meter!

Pakketomvang
– 1 x PA 111 phono versterker;
– 1 x netstekkervoeding;
– 1 x Nederlandstalige handleiding.

Compatibiliteit
– Bruikbaar op alle PC's met audio LINE-ingang.

I See U webcam

Inleiding
De Vivanco I See U webcam, voorgesteld in figuur 8/4.6-25, is compatibel met alle gangbare instant messengers, zoals NetMeeting en MSN Messenger. U kunt video's opnemen met een maximale resolutie van 352 bij 288 pixels en 25 frames per seconde. Voor smalbandige verbindingen kunt u de resolutie in vier stappen terugschroeven tot minimaal 88 bij 72 pixels. Het beeldformaat is 24 bit RGB, kwaliteit verzekerd.



Figuur 8/4.6-25: De I see U webcam wordt met een handige zwanenhals op een USB-poort aangesloten.

Met het meegeleverde programma AMCap kunt u uw video's op de harde schijf opslaan als AVI.
U kunt de I See U ook gebruiken als invoer voor het bij Windows XP geleverde programma Windows Movie Maker. Dank zij de flexibele, maar stugge zwanenhals kunt u de Vivanco I See You gemakkelijk in de gewenste stand zetten. Door te draaien aan de lens stelt u het beeld scherp, de focus heeft een bereik van 1 cm tot oneindig. De camera heeft een inschakelbare verlichting door middel van twee felle witte LED's. Helderheid, contrast en witcompensatie worden automatisch ingesteld.

Specificaties
– USB 1.0, 1.1 en 2.0 compatibel;
– CCD-chip 1/5 inch progressive CMOS;
– beeldformaat RGB 24 bit;
– resoluties 352x288, 320x240, 176x144, 160x120 en 88x72;
– maximaal 25 frames per seconde bij 352x288;
– foto via knop op camera met resolutie van 352 x 288;
– belichting minimaal 200 lux voor helder beeld;
– automatische belichtingstijd;
– automatische witbalans, helderheid en contrast;
– focus handmatig instelbaar van 1 cm tot oneindig;
– stroomverbruik slechts 60 mA mét belichting.

AMCap voor het maken van foto's en video's
Op de CD-ROM treft u het programma AMCap aan, zie figuur 8/4.6-26, waarmee u de camera kunt testen en de beelden opslaan als AVI of JPG. Let op! Als u ooit meer dan één USB videodevice heeft geïnstalleerd moet u in het menu “Devices” de selectie “PC Camera 6029 CIF” aanvinken. In het menu “Options” moet u de optie “Preview” aanvinken, anders blijft uw scherm zwart.

4.6 USB-uitbreidingen voor uw Windows PC



Figuur 8/4.6-26: Het kleine programma AMCap zet de beelden op uw scherm.

Compatibel met de bekendste programma's

Vivanco's I see U webcam kunt u zonder problemen gebruiken met de bekendste programma's die het capturen van video ondersteunen, zoals:

- Microsoft Windows Movie Maker;
- Microsoft NetMeeting;
- Microsoft MSN Messenger;

zie figuur 8/4.6-27.



Figuur 8/4.6-27: De I See U webcam in gebruik in drie bekende Microsoft programma's.

Pakketomvang

- 1 x I See U webcam op zwanenhals en met USB-connector;
- 1 x CD-ROM met driver en applicatie-programma's;
- 1 x versie van Microsoft NetMeeting;
- 1 x Nederlandstalige handleiding.

Compatibiliteit

- Windows 98SE, ME, 2000, XP;
- Pentium 166 MHz of sneller.

USB Video Digitiser

Inleiding

Met de Vivanco USB Video Digitiser, voorgesteld in figuur 8/4.6-28, bewaart u uw analoge video van camera en VHS onder digitale vorm op uw harde schijf. Dank zij de meegeleverde krachtige video-editing software en DVD authoring software maakt u prachtige digitale films van uw analoog materiaal. U brandt het resultaat naar Video-CD of DVD. Het systeem ondersteunt MPEG1/2/4 en digitaliseert maximaal 30 beeldjes per seconde in VGA-PAL formaat.



Figuur 8/4.6-28: De USB Vivanco Video Digitiser.

Een award winnend apparaat
Vivanco's USB Video Digitiser is in Duitsland door de vooraanstaandste computer tijdschriften getest en heeft talloze awards en aanbevelingen gewonnen:
- PC Magazin: Preistip;
- Video Aktiv Digital: Testsieger;
- PC Direkt: sehr gut;
- PC Pro: Sieger.

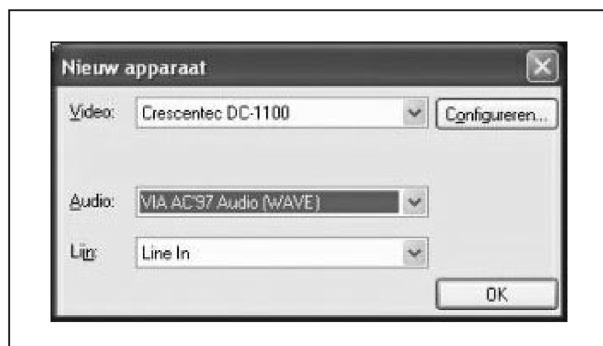
Specificaties
- USB 2.0 compatibel;
- analoge Composite Video- en S-Video ingangen;
- ondersteunt MPEG1/2/4;
- ondersteunt PAL, SECAM en NTSC;
- maximaal 30 beelden per seconde bij VGA-PAL resolutie;
- USB-apparaat naam Crescentec DC-1100.

Video Studio 7 Se DVD
Op de CD-ROM staat de light-versie van dit bekende pakket van ULead, zie figuur 8/4.6-29. Met dit pakket kunt u uw analoge video en audio bewerken, van titels voorzien, flitsende overgangen invoegen, etc. Het resultaat kunt u als Video-CD of DVD branden op een CD-R of DVD-R. U kunt deze light-versie via Internet tegen betaling upgraden naar de complete versie.



Figuur 8/4.6-29: Het meegeleverde pakket "Video Studio 7 Se DVD".

Audio via uw geluidskaart
De Vivanco USB Video Digitiser digitaliseert alleen uw videogegevens. Via de meegeleverde audio bypass kabel kunt u de analoge audio van uw videobron aansluiten op de LINE-ingang van uw geluidskaart. De twee digitale stromen (video en audio) worden beiden aan de software aangeboden en verwerkt tot één digitale stroom, zie figuur 8/4.6-30.



Figuur 8/4.6-30: In dit venster combineert u de video- en audiobronnen tot één stroom.

Pakketomvang
- 1 x Video Digitiser met USB-uitgang en Composite Video/S-Video ingangskabels;
- 1 x Audio bypass kabel, 2 x RCA Cinch naar 3,5 mm stereo;
- 1 x CD-ROM met driver software:
- 1 x CD-ROM met light-versie van Video Studio 7 Se DVD;
- 1 x Nederlandstalige handleiding.

Compatibiliteit
- Windows 2000, XP;
- 1,8 GHz Pentium processor;
- AGP grafische kaart met 4 MB RAM;
- 128 MB systeemgeheugen;
- USB 2.0 poort.

8/10

Audiotechniek

Inhoud

8/10.3

1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower

Inleiding

Eerst de theorie, dán de praktijk
In hoofdstuk 3/7.9 hebben wij de principes besproken die het mogelijk maken uit een accuvoedingsspanning van slechts 12 V grote audiovermogens te genereren. Wij hebben de noodzaak van extra afvlakcondensatoren, geschakeld tussen de voedingsaansluitingen van de versterkers, aangetoond. Wij hebben de schakeling van een subwoofer met een extra subwoofer versterker besproken. Kortom, na het doorworstelen van dit hoofdstuk weet u hoe u een caraudio installatie moet aanleggen en wat u daarvoor moet kopen.

CarPower van Monacor
Na deze theorie gaan wij in dit hoofdstuk de praktijk van caraudio bespreken. Er zijn diverse merken op de markt die zich gespecialiseerd hebben op dit typisch LF-gebied. Naast vele goedkope merken is er een klein aantal fabrikanten dat zich toelegt op het fabriceren van “state of the art” apparatuur voor de verwende en kapitaalkrachtige automobilist. Een van die betere merken is het Duitse Monacor, dat met de productgroep CarPower dure, maar alom geroemde caraudio componenten op de markt brengt. Uit de tientallen componenten die CarPower levert, hebben wij de échte “state of the art” producten geselecteerd. Het resultaat is een systeem dat 1.000 W effectief sinusvermogen levert en u ongeveer € 1.620,00 kost.

Samenstelling
Dit absoluut topsysteem bestaan uit de volgende componenten:

- WANTED-1/800D
  1 x 800 W subwoofer versterker
- WANTED-2/160
  2 x 120 W stereo versterker
- CAP-50HEX
  5 F buffercondensator voor de WANTED-1/800D
- CAP-20HEX
  2 F buffercondensator voor de WANTED-2/160
- RAPTOR-15
  1.000 W - 38 cm subwoofer
- RAPTOR-12
  1.000 W - 30 cm subwoofer, een goedkoop alternatief voor de RAPTOR-15
- NEOSET-165
  2 x 200 W compo speakerset als basis van uw systeem
- CPC-200KIT
  een complete bedradingsset voor uw caraudio systeem
- FGA-40
  massa scheidingsfilter voor het vermijden van massalussen

10.3 1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower

Keuzemogelijkheden
Uiteraard kunt u uit deze negen componenten diverse systemen samenstellen. De basis is in ieder geval de NEOSET-165 compo-set luidsprekers en de WANTED-2/160 stereoversterker. Met deze twee componenten kunt u uw auto, boot of caravan al voorzien van 2 x 120 W stereogeluid. Later kunt u dit basissysteem uitbreiden met een subwoofer, waarbij de RAPTOR-15 de absolute top voorstelt en de RAPTOR-12 een goed en goedkoper alternatief is. U bespaart namelijk niet alleen op de subwoofer luidspreker, maar ook op de versterker. De RAPTOR-15 moet u voeden uit de WANTED-1/800D, de RAPTOR-12 neemt genoegen met een in brug geschakelde WANTED-2/160. Wie het onderste uit de kan wilt breidt deze installatie tot slot uit met de twee buffercondensatoren, zodat spanningsverlies als gevolg van de meer dan 100 A die uit de accu wordt getrokken zoveel mogelijk wordt opgevangen en gecompenseerd.

WANTED-1/800D

800 W_{RMS} mono
subwoofer eindversterker
De 5,25 kg zware WANTED-1/800 D, voorgesteld in figuur 8/10.3-1, is een digitale klasse-D eindversterker voor de aansturing van uw subwoofer. De versterker is voorzien van een instelbaar laagdoorlaat filter, een bassboost, een regelbaar subsonic filter en een afstandsbediening voor het volume. Het apparaat levert 800 W effectief sinusvermogen aan een luidspreker van 2 Ω en 400 W effectief sinusvermogen aan een luidspreker van 4 Ω. Het piekvermogen bedraagt 1.000 W in 2 Ω.

Het frequentiebereik loopt recht van 15 Hz tot 250 Hz, zelfs bij maximaal vermogen is de harmonische vervorming kleiner dan 0,4 %. Ondanks de digitale technologie (klasse-D) bedraagt de signaal/ruis-verhouding 95 dB, vergelijkbaar met deze van Audio-CD.

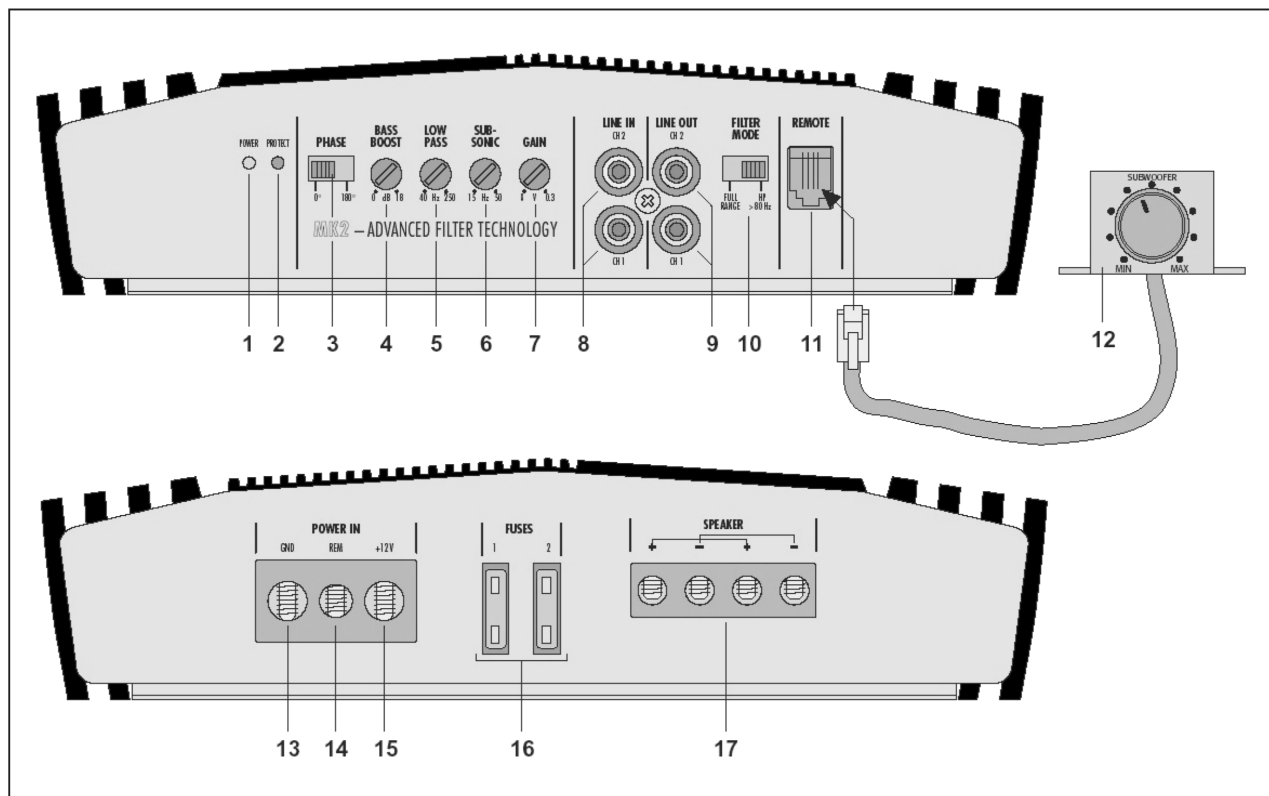


Figuur 8/10.3-1: De WANTED-1/800D subwoofer versterker.

Aansluitgegevens
In figuur 8/10.3-2 hebben wij de aansluitgegevens en instelpotentiometers op de voor- en achterzijde van het apparaat samengevat:

– 1:
AAN/UIT-LED
– 2:
PROTECT-LED, brandt bij overbelasting
– 3:
PHASE schakelaar, schakelt de fase van de luidspreker om
– 4:
BASS BOOST, instelling van de lage tonen versterking tot 18 dB bij 50 Hz
– 5:
LOW PASS, stelt de maximale frequentie in, tussen 40 Hz en 250 Hz instelbaar

10.3 1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower



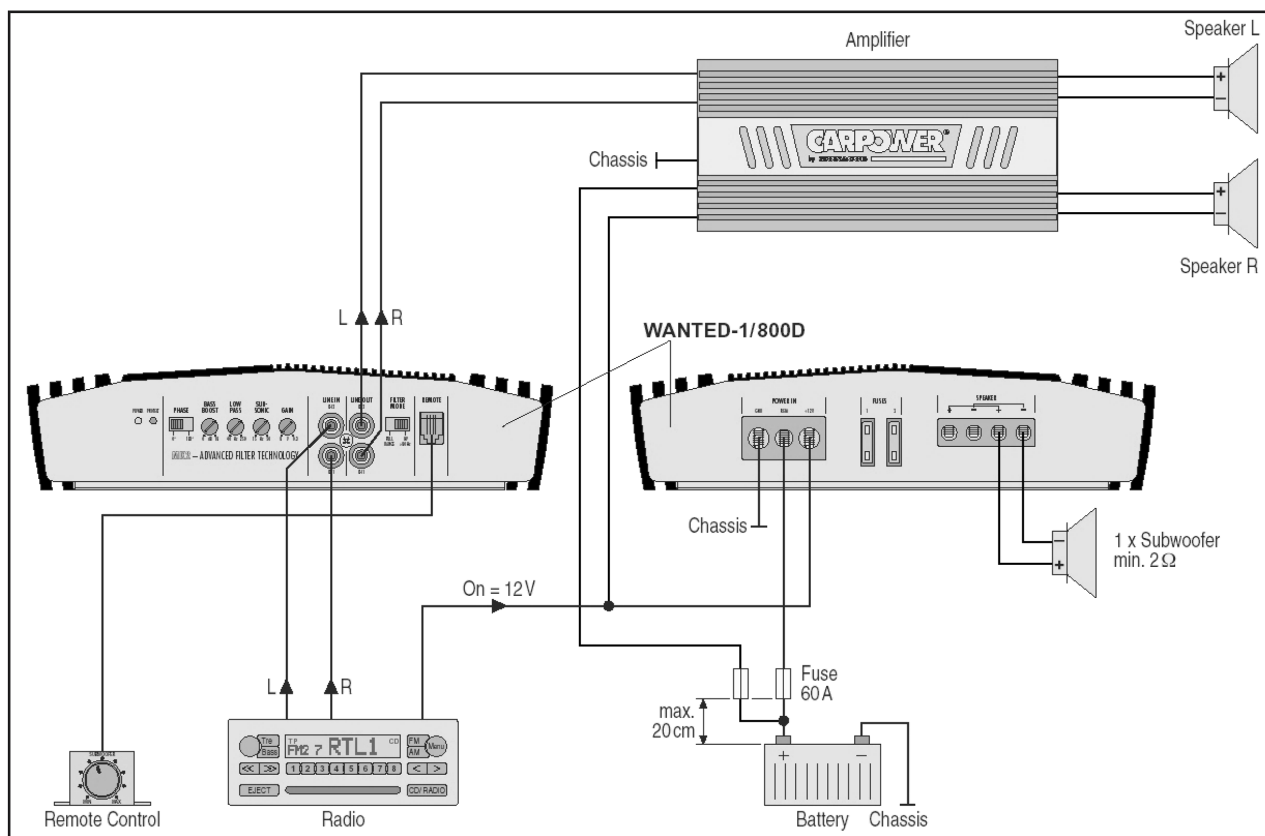
Figuur 8/10.3-2: De aansluitgegevens van WANTED-1/800D.

- 6:
  SUBSONIC, onderdrukt subsonisch geluid, tussen 15 Hz en 50 Hz instelbaar
- 7:
  GAIN, regelt de ingangsgevoeligheid van de versterker
- 8:
  LINE-ingangen van audiobron
- 9:
  LINE-uitgangen naar breedband versterker(s)
- 10:
  FILTER MODE, schakelt ofwel alle frequenties door naar (9), ofwel alleen de frequenties boven 80 Hz
- 11:
  REMOTE, aansluiting voor de afstandsbediening
- 12:
  afstandsbediening
- 13:
  massa aansluiting
- 14:
  REMOTE voor inschakeling via 12 V stuursignaal
- 15:
  +12 V voedingsaansluiting
- 16:
  2 x 30 A zekeringen
- 17:
  Luidsprekeraansluitingen

Bedradingsschema

In het schema van figuur 8/10.3-3 ziet u hoe u een WANTED-1/800D in uw CarPower installatie kunt integreren. De radio levert de 12 V stuurspanning, waarmee de eindversterkers worden ingeschakeld. Uw WANTED-1/800D moet via een eigen voedingskabel met voldoende diameter (15 mm^2 minimaal)

10.3 1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower



Figuur 8/10.3-3: Bedradingsschema rond de WANTED-1/800D.

met de accu worden verbonden en afgezekerd met minstens 60 A. Wij raden u ten stelligste aan zo dicht mogelijk bij de +12 V voedingsaansluiting van de versterker een buffercondensator CAP-50HEX op te nemen.

Technische specificaties

De technische specificaties van de versterker in het kort samengevat:

- maximaal uitgangsvermogen:
  1.000 W in 2 Ω
- maximaal sinus vermogen (effectief RMS):
  800 W_{RMS} in 2 Ω, 500 W_{RMS} in 4 Ω
- frequentiebereik:
  15 Hz tot 250 Hz
- LINE ingangsspanning:
  instelbaar, 0,3 V tot 8 V
- LINE ingangsimpedantie:
  20 kΩ
- LINE uitgangsspanning:
  doorgelust van LINE-ingang, eventueel via 80 Hz filter
- kantelfrequentie:
  40 Hz tot 250 Hz, 18 dB/octaaf
- subsonic filter:
  15 Hz tot 50 Hz, 18 dB/octaaf
- bass versterking:
  0 dB tot 18 dB bij 50 Hz
- signaal/ruis-verhouding:
  95 dB typisch
- harmonische vervorming:
  0,4 % maximaal
- luidspreker impedantie:
  2 Ω minimaal
- voedingsspanning:
  11 V_{dc} minimaal, 16 V_{dc} maximaal

10.3 1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower

- voedingsstroom:
  70 A maximaal
- bedrijfstemperatuur:
  0 °C tot +40 °C
- afmetingen:
  245 mm x 65 mm x 420 mm
- gewicht:
  5,25 kg
- prijs:
  € 292,34 ex. 19 % BTW

WANTED-2/160

2 x 120 W_{RMS} stereo breedband eindversterker

De WANTED-2/2/160, voorgesteld in figuur 8/10.3-4, is een digitale klasse-D stereo breedband eindversterker voor de aansturing van uw stereo breedband luidsprekers. De versterker is uitgerust met bassboost, instelbare filters voor hoog en laag en de mogelijkheid van brugschakeling voor het verhogen van het vermogen.

Het apparaat levert 2 x 120 W effectief sinusvermogen aan luidsprekers van 2 Ω en 2 x 80 W effectief sinusvermogen aan luidsprekers van 4 Ω. In brugschakeling levert deze versterker 240 W effectief sinusvermogen aan 4 Ω.

De WANTED-2/160 is dé ideale versterker voor het voeden van uw breedband compo-speakers. Met zijn maximaal vermogen van 2 x 120 W_{RMS} legt u een zeer effectieve basis voor HiFi-audio in uw auto, boot of caravan. Vanuit deze basissituatie kunt u uw systeem in een later stadium uitbreiden met een subwoofer versterker en een subwoofer speaker.

De twee kanalen kunt u in brug schakelen, waardoor de WANTED-2/160 ook geschikt is voor het aansturen van een zware subwoofer luidspreker, zoals de RAPTOR-12. Met de twee ingebouwde scherpe filters kunt u dan het frequentiebereik effectief beperken tot de doorlaatband van deze subwoofer.



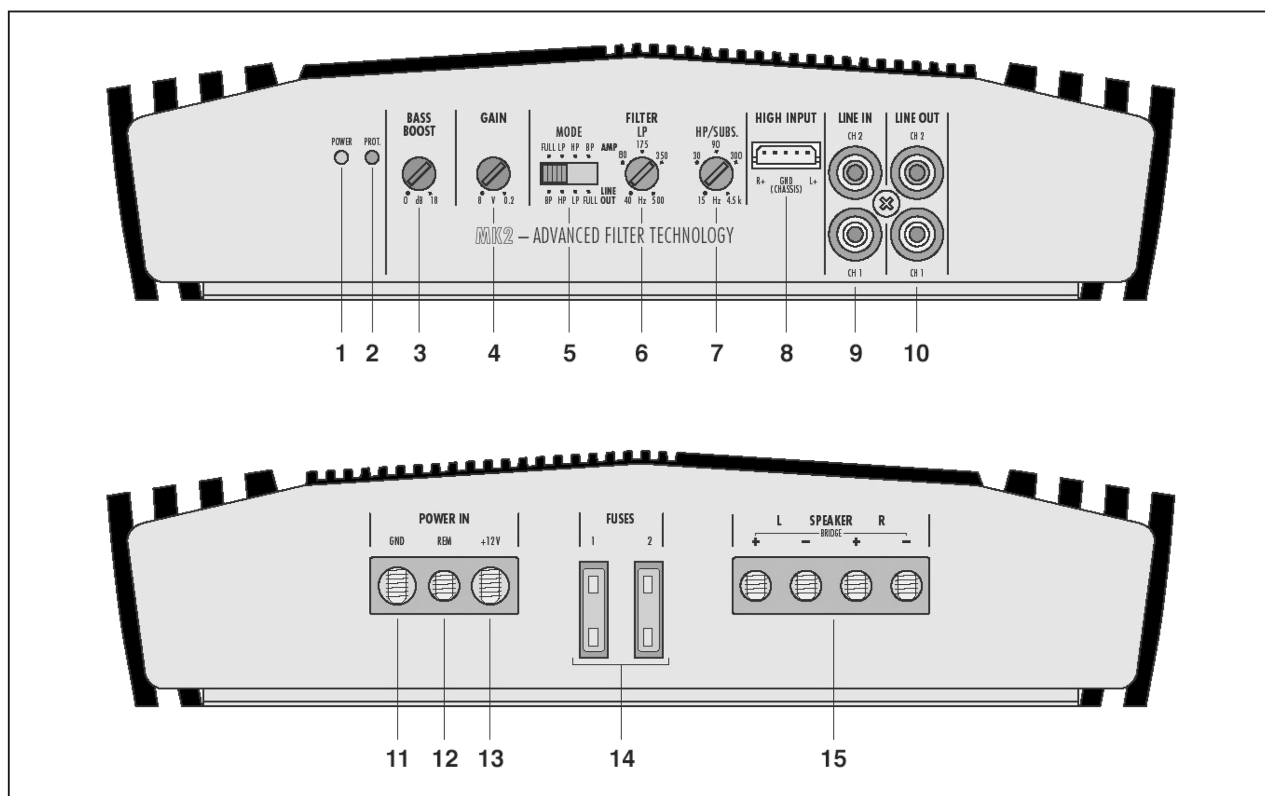
Figuur 8/10.3-4: De WANTED-2/160 van CarPower.

Aansluitgegevens

In figuur 8/10.3-5 zijn de aansluitgegevens en de instelpotentiometers van deze versterker samengevat:

- 1:
  AAN/UIT-LED
- 2:
  PROTECT-LED, brandt bij overbelasting
- 3:
  BASS BOOST, instelling van de lage tonen versterking tot 18 dB bij 50 Hz
- 4:
  GAIN, regelt de ingangsgevoeligheid van de versterker
- 5:
  MODE schakelaar, bepaalt het frequentiebereik dat wordt doorgeschakeld naar de LINE OUT uitgangen
  6:
  LP instelling, bepaalt de afsnijfrequentie van het laagdoorlaat filter

10.3 1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower



Figuur 8/10.3-5: De aansluitingen en instelpotentiometers van de WANTED-2/160.

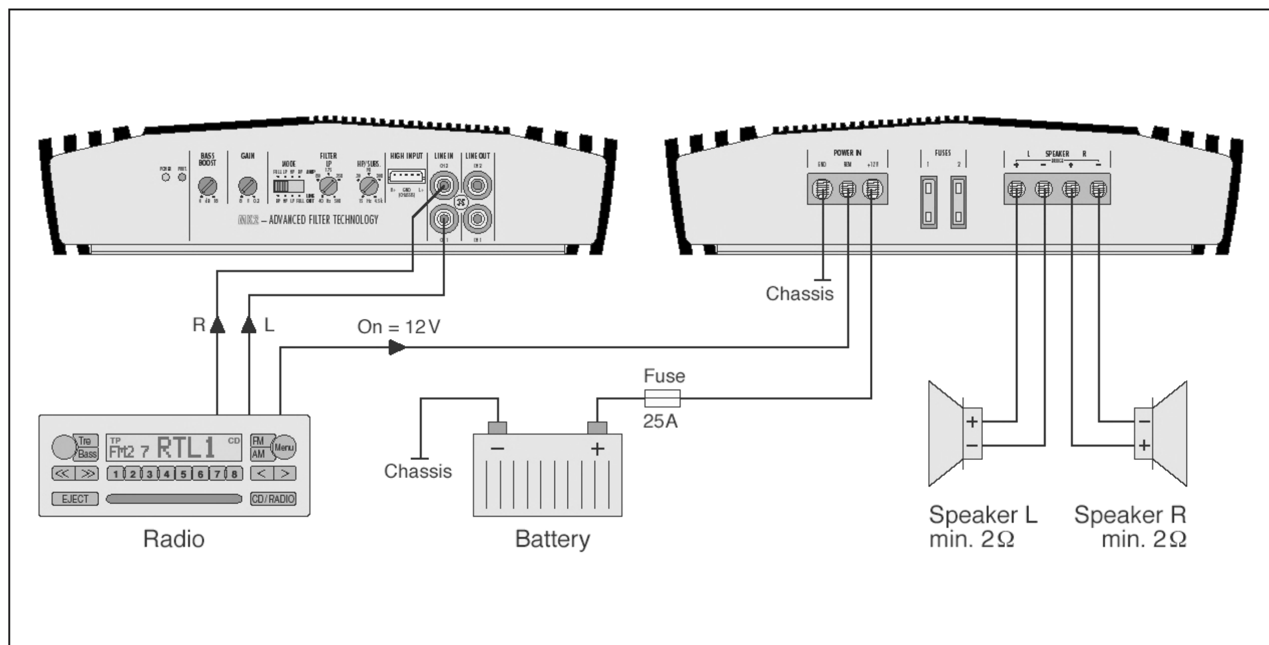
- 7:
  HP/SUBS instelling, bepaalt de afsnijfrequentie van het hoogdoorlaat filter
- 8:
  HIGH INPUT, ingangen voor rechtstreekse aansluiting aan de luidsprekeruitgangen van een autoradio
- 9:
  LINE IN, normale ingangen audio links en rechts
- 10:
  LINE OUT, uitgangen waarvan het frequentiebereik afhankelijk is van de stand van (5)
- 11:
  massa aansluiting
- 12:
  REMOTE voor inschakeling via 12 V stuursignaal
- 13:
  +12 V voedingsaansluiting
- 14:
  1 x 25 A zekering
- 15:
  luidspreker uitgangen

Opmerkenswaard is ingang [8] waarop u rechtstreeks de luidsprekeruitgangen van uw autoradio of CD-speler kunt aansluiten en die een gevoeligheid tot 45 V (!) heeft.

Bedradingsschema

In het schema van figuur 8/10.3-6 ziet u hoe u een WANTED-2/160 in uw CarPower installatie kunt integreren. De radio levert de 12 V stuurspanning, waarmee de eindversterker wordt ingeschakeld. Uw WANTED-2/160 moet via een eigen kabel met voldoende diameter (8 mm^2 minimaal) met de accu worden verbonden en afgezekerd met minstens 25 A.

10.3 1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower



Figuur 8/10.3-6: Het aansluitschema van de WANTED-2/160 als stereoversterker.

Wij raden u ten stelligste aan zo dicht mogelijk bij de +12 V voedingsaansluiting van de versterker een buffercondensator CAP-20HEX op te nemen.

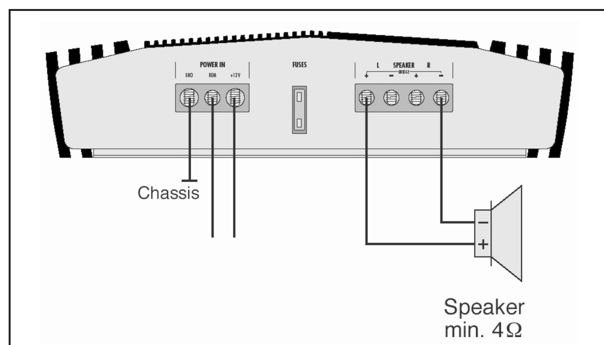
Brugschakeling

In figuur 8/10.3-7 ziet u het bedradingsschema als u de twee eindversterkers in brug wilt gebruiken voor het aansturen van één luidspreker. Let op dat de minimale luidsprekerimpedantie 4 Ω moet bedragen. In deze 4 Ω luidspreker worden dan 240 échte sinuswatts opgewekt! Op deze manier toegepast is de WANTED-2/160 een goedkoop alternatief voor de veel duurdere 250 W versterkers.

Technische specificaties

De voornaamste technische specificaties van deze stereoversterker zijn:

– maximaal uitgangsvermogen:
  400 W in 2 x 2 Ω
– maximaal sinus vermogen (effectief RMS):
  2 x 120 W_{RMS} in 2 Ω
  2 x 80 W_{RMS} in 4 Ω



Figuur 8/10.3-7: Het in brug schakelen van de twee eindversterkers in de WANTED-2/160.

– maximaal brug vermogen (effectief RMS):
  1 x 240 W_{RMS} in 4 Ω
– frequentiebereik:
  20 Hz tot 20.000 Hz
– LINE ingangsspanning:
  instelbaar, 0,2 V tot 8 V
– LINE ingangsimpedantie:
  20 kΩ

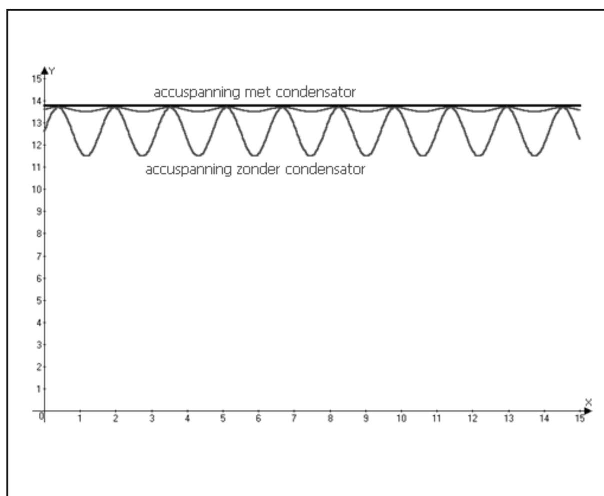
- HIGH INPUT ingangsspanning:
  instelbaar, 1,1 V tot 45 V
- HIGH INPUT ingangsimpedantie:
  1 kΩ
- kanaalscheiding:
  55 dB minimaal
- LP filter:
  40 Hz tot 500 Hz, 12 dB/octaaf
- HP filter:
  15 Hz tot 4.500 Hz, 12 dB/octaaf
- BP filter:
  15 Hz tot 500 Hz, 12 dB/octaaf
- bass versterking:
  0 dB tot 18 dB bij 45 Hz
- signaal/ruis-verhouding:
  80 dB typisch
- harmonische vervorming:
  0,1 % maximaal
- luidspreker impedantie:
  2 Ω minimaal in stereo
  4 Ω minimaal in brug
- voedingsspanning:
  11 V_{dc} minimaal, 16 V_{dc} maximaal
- voedingsstroom:
  30 A maximaal
- bedrijfstemperatuur:
  0 °C tot +40 °C
- afmetingen:
  244 mm x 62 mm x 312 mm
- gewicht:
  3,4 kg
- prijs:
  € 105,47 ex. 19 % BTW

CAP-50HEX

Waarom buffercondensatoren?
Een hoogvermogen versterker die wordt gevoed uit een accuspanning van nominaal 13,4 V trekt zeer grote piekstromen uit deze accu. Stromen van meer dan 100 A zijn geen uitzondering. Nu heeft een accu weliswaar een zeer lage inwendige weerstand, maar het is duidelijk dat een piekstroom van 100 A zelfs over een inwendige weerstand van 0,05 Ω een spanningsdaling van 5 V tot gevolg heeft. Kortom, de versterker wordt, net op het moment dat hij het grootste voedingsvermogen nodig heeft, gevoed met de laagste spanning. Maar er is meer. De accu zit meestal voor in de auto, de eindversterker meestal achter in de auto. Tussen beiden moet u dus een voedingsdraad van een meter of drie aanleggen en ook deze kabel heeft een niet te verwaarlozen inwendige weerstand. Het gevolg is dat de versterker, op het moment dat hij piekvermogen aan de luidspreker moet leveren, gevoed wordt met een spanning die minder dan 10 V bedraagt. Jammer, want dat scheelt tientallen watts in de luidspreker!
De enige oplossing voor dit probleem is, zo dicht mogelijk bij de voedingsaansluitingen van uw versterker, een grote condensator op te nemen. U, als elektronicus, denkt bij het begrip “grote condensator” aan 4.700 µF of zoiets. Maar dat is in dít geval nog steeds heel klein. Bij de caraudio technologie denkt met niet in µF’s, maar in F’s! Een standaard buffercondensator voor een caraudio versterker heeft een capaciteit van minstens 2 F, oftewel 2.000.000 µF! Het zal duidelijk zijn dat dergelijke condensatoren peperduur zijn. Maar anderzijds, zie figuur 8/10.3-8, kunt u er niet omheen als u het maximale vermogen uit uw versterker(s) wilt halen. In deze grafiek is de voedingsspanning getekend die uw versterker ontvangt met en zonder buffercondensator. Als uw versterker op gemiddeld vermogen speelt, laadt de buffercondensator op tot de accuspanning. Trekt uw

10.3 1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower

versterker opeens een grote piekstroom, dan vangt de condensator het spanningsverlies over de inwendige weerstanden van accu en bedrading op en levert even een hoge voedingsspanning aan de versterker.



Figuur 8/10.3-8: Het nut van een grote buffercondensator blijkt uit deze grafiek. De condensator levert de extra spanning als de accuspanning het laat afweten.

Een 5 F buffercondensator voor uw subwoofer eindversterker

De CAP-50HEX, voorgesteld in figuur 8/10.3-9, is een zeer zware condensator met een capaciteit van niet minder dan 5 F. De condensator is gefabriceerd volgens de carbon-hybride technologie, waardoor een zeer geringe inwendige weerstand van 1,5 mΩ is gegarandeerd. Dit onderdeel is onmisbaar voor het leveren van de hoge piekstromen die uw subwoofer eindversterker vraagt! De elco is voorzien van een digitale spanningsindicatie met drie zeven-segment display's, een blauwe neon lichtring en twaalf blauwe LED's die knipperen als de condensator geladen of ontladen wordt.

Een zoemer geeft een alarmsignaal als u de condensator verkeerd aansluit of als de accuspanning daalt tot minder dan 12 V.



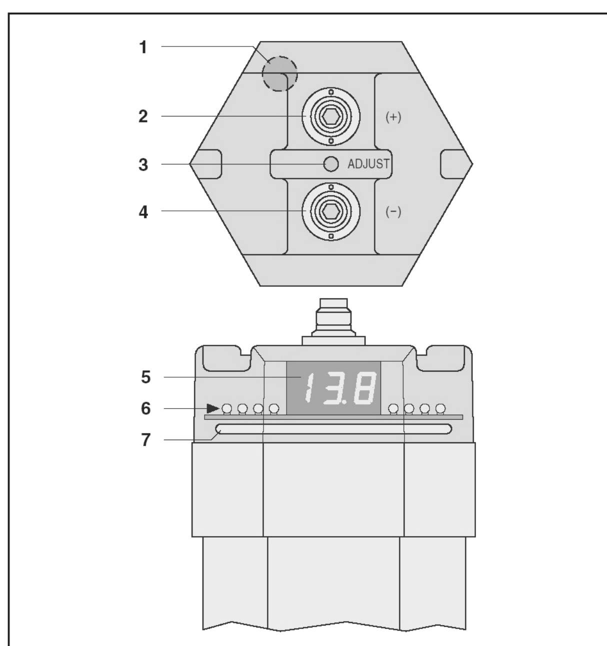
Figuur 8/10.3-9: De CAP-50HEX is een 5 F buffercondensator voor uw subwoofer versterker.

Eigenschappen

In figuur 8/10.3-10 zijn de voornaamste onderdelen van deze condensator samengevat:

- 1:
  acoustische zoemer, geeft alarm als de CAP-50HEX verkeerd wordt aangesloten en als de spanning te laag wordt
- 2:
  positieve aansluiting
- 3:
  ADJUST, fijnafregeling van de digitale voltmeter
- 4:
  negatieve aansluiting
- 5:
  digitale voltmeter, meet de voedingsspanning tot 0,1 V nauwkeurig

- 6:
  twaalf blauwe LED's, knipperen als de condensator geladen of ontladen wordt
- 7:
  blauwe gasontladingslamp, brandt als de voedingsspanning groter is dan 12 V



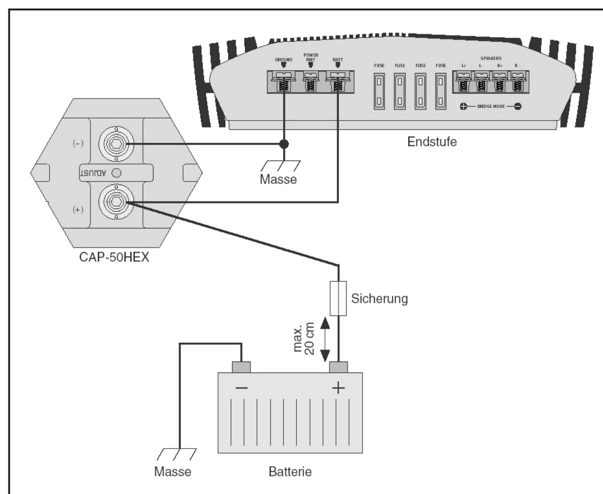
Figuur 8/10.3-10: De onderdelen van de CAP-50HEX.

Bedradingsschema

In het schema van figuur 8/10.3-11 ziet u hoe u uw CAP-50HEX in uw CarPower installatie kunt integreren. De buffercondensator moet u met twee zo kort mogelijke draden van minstens 15 mm^2 met de 12 V voedingsaansluiting van uw subwoofer versterker en de massa verbinden. De voedingskabel van de accu naar de versterker sluit u aan op de positieve aansluiting van de buffercondensator.

Technische specificaties

De voornaamste technische specificaties van de CAP-50HEX:



Figuur 8/10.3-11: Het aansluiten van de CAP-50HEX op uw installatie.

- technologie:
  carbon-hybride
- capaciteit:
  5 F, +/-10 %
- maximale spanning:
  18 V_{dc}
- serieweerstand (R_{ESR}):
  1,5 mΩ bij 120 Hz en 25 °C
- bedrijfstemperatuur:
  -20 °C tot +60 °C
- afmetingen:
  95 mm x 250 mm x 85 mm
- gewicht:
  1,94 kg
- prijs:
  € 185,16 ex. 19 % BTW

CAP-20HEX

Een 2 F buffercondensator voor uw stereo eindversterker

Deze buffercondensator, zie figuur 8/10.3-12, met een capaciteit van 2 F is onmisbaar voor het leveren van de hoge piekstromen die uw stereo eindversterker vraagt! Dank zij deze condensator

kan de versterker zijn maximaal vermogen leveren zonder vervorming en clipping. Ook deze condensator is voorzien van in feite volledig overbodige extra's, zoals een digitale spanningsindicatie met drie zeven-segment display's, een blauwe neon lichtring en vier blauwe LED's die knipperen als de condensator geladen of ontladen wordt. Maar deze extra's dragen natuurlijk bij aan de "state of the art" uitstraling van deze componenten! Een zoemer geeft een alarmsignaal als u de condensator verkeerd aansluit of als de accuspanning daalt tot minder dan 12 V.

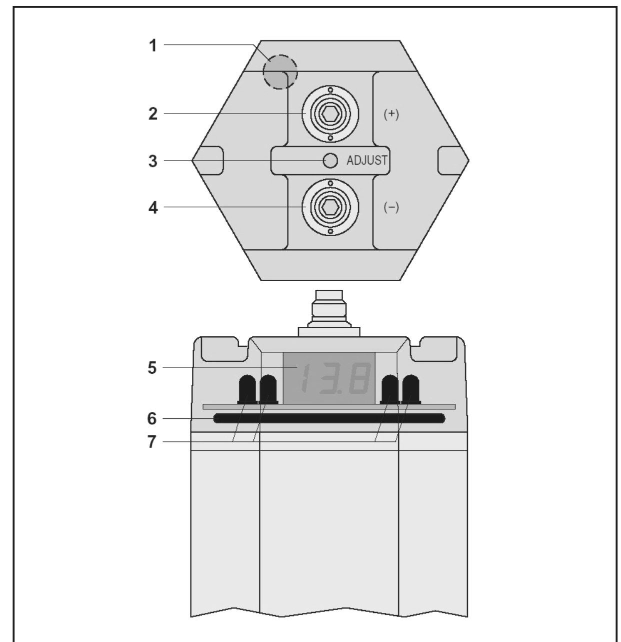


Figuur 8/10.3-12: De CAP-12HEX van CarPower.

Eigenschappen

In figuur 8/10.3-13 zijn de voornaamste attributen van dit onderdeel geschetst:

- 1:
  acoustische zoemer, geeft alarm als de CAP-20HEX verkeerd wordt aangesloten en als de spanning lager dan 12 V wordt
- 2:
  positieve aansluiting
- 3:
  ADJUST, fijnafregeling van de digitale voltmeter
- 4:
  negatieve aansluiting
- 5:
  digitale voltmeter, meet de voedingsspanning tot 0,1 V nauwkeurig
- 6:
  blauwe gasontladingslamp, brandt als de voedingsspanning groter is dan 12 V
- 7:
  vier blauwe LED's, knipperen als de condensator geladen of ontladen wordt



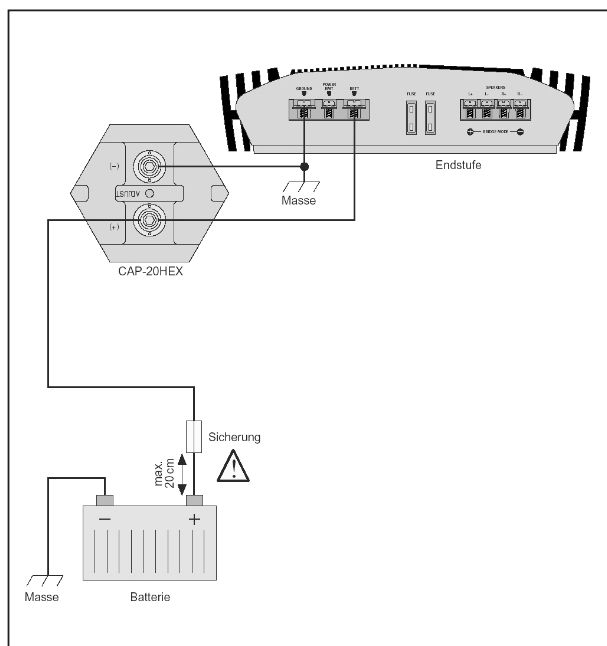
Figuur 8/10.3-13: De onderdelen van de CAP-12HEX.

Bedradingsschema

In het schema van figuur 8/10.3-14 ziet u hoe u uw CAP-20HEX in uw CarPower installatie kunt integreren. De buffercondensator moet u met twee zo kort

10.3 1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower

mogelijke draden van minstens 8 mm^2 met de 12 V voedingsaansluiting van uw stereo eindversterker en de massa verbinden. De voedingskabel van de accu naar de versterker sluit u ook aan op de positieve aansluiting van de buffercondensator.



Figuur 8/10.3-14: Aansluitschema van de CAP-12HEX.

Technische specificaties

De voornaamste technische specificaties van deze condensator:

– capaciteit:
  2 F, +/-10 %
– maximale spanning:
  22 V_{dc}
– bedrijfstemperatuur:
  -20 °C tot +60 °C
– afmetingen:
  90 mm x 310 mm x 80 mm
– gewicht:
  2,3 kg
– prijs:
  € 132,16 ex. 19 % BTW

RAPTOR-15

“State-of-the-art” subwoofer van 38 cm diameter met 1.500 W piekvermogen

De RAPTOR-15 is een van de krachtigste subwoofers die u op de Nederlandse markt kunt vinden. Deze 13,6 kg zware subwoofer, voorgesteld in figuur 8/10.3-15, met een conusdiameter van niet minder dan 38 cm levert ongekende prestaties! Dank zij het grote membraan oppervlak van 810 cm^2 met een gewicht van 230 g levert deze subwoofer geweldige subsonische sensaties. Door een volledig nieuw ontwikkelde membraanophanging en een dubbele centrering van de spreekspoel blijft deze subwoofer lineair werken, zelfs bij de maximale uitwijking van de conus. De luidspreker kan worden belast met 1.000 W_{RMS} en heeft een impedantie van 4 Ω. De resonantiefrequentie bedraagt 39 Hz, het frequentiebereik loopt lineair tot 300 Hz.

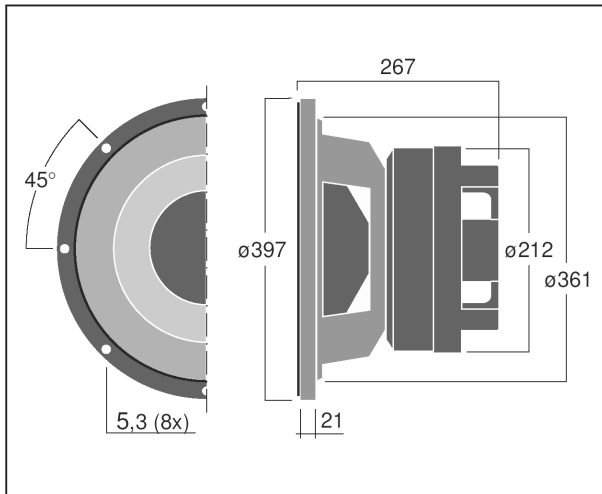


Figuur 8/10.3-15: Het paradepaardje van CarPower, de 38 cm subwoofer RAPTOR-15.

Afmetingen

In figuur 8/10.3-16 zijn de afmetingen van deze geweldenaar voorgesteld.

10.3 1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower



Figuur 8/10.3-16: De afmetingen van de RAPTOR-15.

Inbouwvoorbeeld

In de foto van figuur 8/10.3-17 ziet u hoe twee van deze mastodonten een groot deel van de kofferruimte van een personenauto in beslag nemen. De subwoofer moet worden ingebouwd in een volledig gesloten en zo groot mogelijke behuizing, met drie bass-reflex tubes van 10 cm, zie figuur 8/10.3-18, als enige opening.



Figuur 8/10.3-17: Inbouwvoorbeeld van twee RAPTOR's in de kofferbak van een auto. Overigens, te veel van het goede, één dergelijke luidspreker is goed!



Figuur 8/10.3-18: Een voorbeeld van een bruikbare bass-reflex tube.

Technische specificaties

De voornaamste technische specificaties van de RAPTOR-15 zijn:

- resonantiefrequentie: 39 Hz typisch
- frequentiebereik: 300 Hz typisch
- piekvermogen: 1.500 W
- effectief sinusvermogen: 1.000 W_{RMS} maximaal
- gemiddelde geluidsdruk (1 W/1 m): 89 dB
- bewegende massa: 230 g
- mechanische kwaliteitsfactor: 7,24
- elektrische kwaliteitsfactor: 0,77
- totale kwaliteitsfactor: 0,69
- equivalent volume: 56 l
- gelijkstroomweerstand: 3,4 Ω
- impedantie: 4 Ω
- inductie spreekspoel: 1,1 mH
- diameter spreekspoel: 77 mm
- lineaire uitwijking:

27 mm maximaal
- effectief membraanoppervlak: 810 cm^2
- magneet gewicht: 4,87 kg
- totaal gewicht: 13,6 kg
- prijs: € 399,13 ex. 19 % BTW

RAPTOR-12

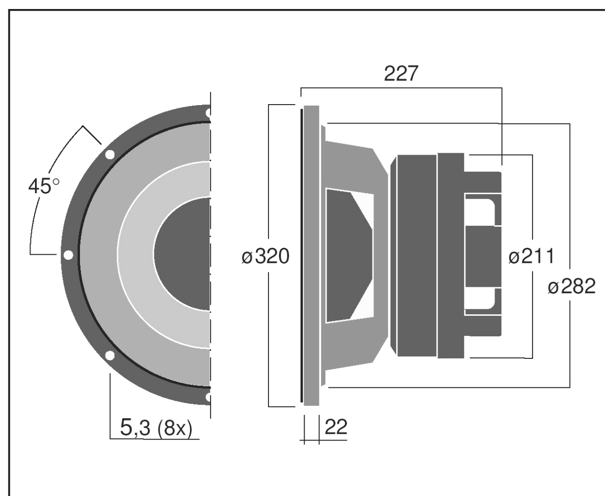
Subwoofer van 30 cm diameter met 1.500 W piekvermogen
Als u met iets minder dan het beste tevreden kunt zijn, is de RAPTOR-12 een goed alternatief. De RAPTOR-12 biedt een uitstekend compromis tussen relatief bescheiden afmetingen en superbe kwaliteit. Deze subwoofer, voorgesteld in figuur 8/10.3-19, is volgens dezelfde technologieën gefabriceerd als de RAPTOR-15, maar de conusdiameter bedraagt slechts 30 cm. Het gevolg is uiteraard een kleinere luchtverplaatsing en dus minder subsonisch genot.



Figuur 8/10.3-19: Het kleine broertje van de RAPTOR-15, de RAPTOR-12.

Met een membraan oppervlak van 470 cm^2 met een gewicht van 180 g en de absoluut lineaire conusuitwijking van ±13,5 mm levert deze subwoofer een uitstekende lage tonen weergave. De luidspreker kan worden belast met een sappige 1.000 W_{RMS} en heeft een impedantie van 4 Ω. De resonantiefrequentie bedraagt 43 Hz, het frequentiebereik loopt lineair tot 300 Hz.

Afmetingen
In figuur 8/10.3-20 zijn de afmetingen van deze subwoofer samengevat.



Figuur 8/10.3-20: De afmetingen van de RAPTOR-12.

Inbouwvoorbeeld
De foto van figuur 8/10.3-21 geeft een typische behuizing voor deze subwoofer. Maak een volledig gesloten box met twee bass-reflex tubes van 10 cm diameter als enige opening.

Technische specificaties
De specificaties van de RAPTOR-12 zijn als volgt:
- resonantiefrequentie: 43 Hz typisch
- frequentiebereik:

300 Hz typisch
- piekvermogen:
  1.500 W



Figuur 8/10.3-21: De RAPTOR-12 ingebouwd in de kofferruimte van een bestelauto.

- effectief sinusvermogen:
  1.000 W_{RMS} maximaal
- gemiddelde geluidsdruk (1 W/1 m):
  87 dB
- bewegende massa:
  180 g
- mechanische kwaliteitsfactor:
  9,04
- elektrische kwaliteitsfactor:
  0,58
- totale kwaliteitsfactor:
  0,55
- equivalent volume:
  22,5 l
- gelijkstroomweerstand:
  3,3 Ω
- impedantie:
  4 Ω
- inductie spreekspoel:
  1,1 mH
- diameter spreekspoel:
  77 mm
- lineaire uitwijking:
  27 mm maximaal
- effectief membraanoppervlak:
  470 cm^2
- magneet gewicht:
  4,87 kg
- totaal gewicht:
  13,0 kg
- prijs:
  € 332,40 ex. 19 % BTW

NEOSET-165

De basis van uw caraudio installatie
Deze stereo luidsprekerset bestaat uit twee maal drie op elkaar afgestemde onderdelen:
- 2 x het hoogwaardige scheidingsfilter CDN-2X;
- 2 x de DT-284 100 W tweeter;
- 2 x de breedbandige NEOKICK-165 200 W speaker.

Deze stereo compo-set vormt de ideale basis voor uw caraudio systeem. Dank zij het gebruik van Neodymium magneetkernen hebben de luidsprekers vrij geringe afmetingen en kunt u ze in een kleine behuizing inbouwen. Het compromisloos samengesteld scheidingsfilter CDN-2X heeft een scheidingsfrequentie van 2,1 kHz en diverse instelmogelijkheden, zoals steilheid 6 of 12 dB/octaaf en driestanden vermogensinstelling voor de tweeter. De dome tweeter DT-284 heeft een 28 mm membraan en een frequentiebereik tot 20.000 Hz. De NEOKICK-165 kickbass en middentoner heeft een diameter van 16 cm en een maximaal vermogen van 240 W.

Scheidingsfilter CDN-2X
De CDN-2X, zie figuur 8/10.3-22, is een tweeweg scheidingsfilter met opmerkelijke eigenschappen, zoals instelbaar niveau voor de tweeter (0 dB, -3 dB, -6 dB),

10.3 1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower

fase-omkeer schakelaar en instelbare steilheid (6 dB/octaaf, 12 dB/octaaf).



Figuur 8/10.3-22: Het scheidingsfilter CDN-2X.

Technische specificaties

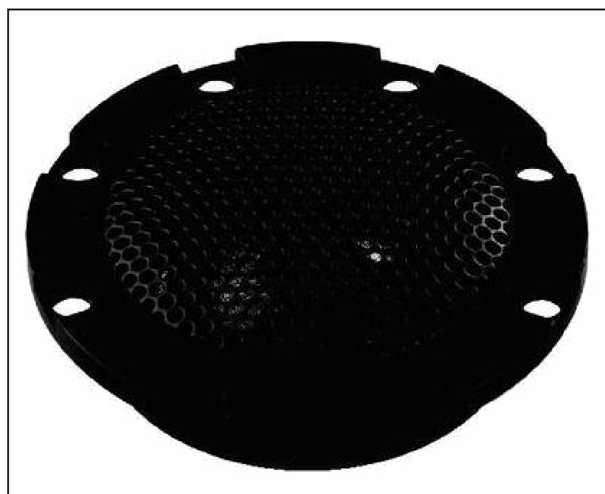
- scheidingsfrequentie:
  2,1 kHz
- steilheid:
  6 of 12 dB/octaaf
- uitgangsimpedantie:
  4 Ω
- maximaal vermogen:
  250 W
- bedrijfstemperatuur:
  0 °C tot +40 °C
- afmetingen:
  115 mm x 40 mm x 90 mm

Tweeter DT-284

Deze tweeter, voorgesteld in figuur 8/10.3-23, is een compromisloze hoge tonen luidspreker, gefabriceerd volgens de modernste technologieën, zoals een aluminium spreekspoel, een Neodymium magneet en een 27 mm membraan.

Technische specificaties

- impedantie:
  4 Ω
- resonantiefrequentie:
  1,3 kHz



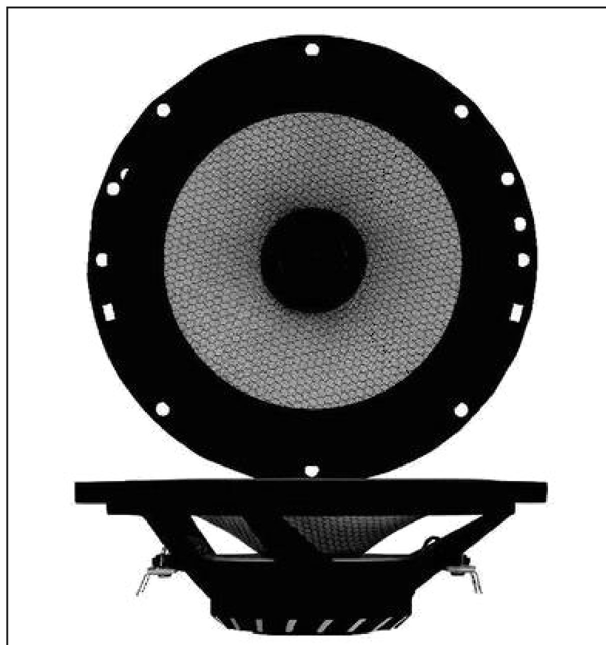
Figuur 8/10.3-23: De tweeter DT-284.

- frequentiebereik:
  20 kHz
- maximaal vermogen:
  100 W
- effectief sinusvermogen:
  60 W_{RMS}
- geluidsdruk (1 W/1 m):
  91 dB
- magneetdiameter:
  356 mm
- spoeldiameter:
  36 mm
- afmeting:
  60 mm diameter
- gewicht:
  170 g

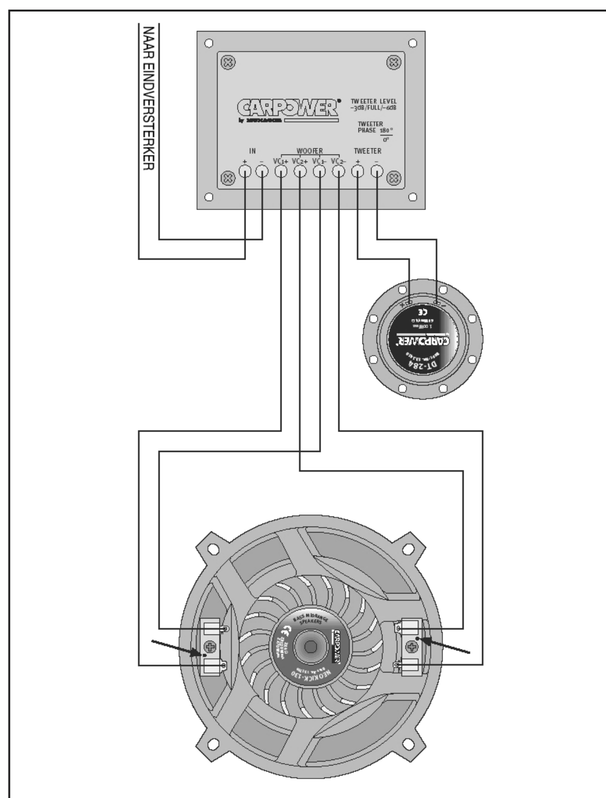
Breedband speaker NEOKICK-165

Deze in figuur 8/10.3-24 voorgestelde en met twee spreekspoelen uitgeruste breedbander heeft een krachtige Neodymium magneet en een uit drie lagen samengesteld gelamineerd membraan. Uit de foto blijkt dat de speaker is voorzien van een zeer brede magneet en spreekspoel. Optimale kwaliteit!

10.3 1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower



Figuur 8/10.3-24: De breedband luidspreker NEOKICK-165.



Figuur 8/10.3-25: De onderlinge bedrading tussen het scheidingsfilter en de twee luidsprekers.

Technische specificaties

- impedantie:
  2 x 4 Ω
- resonantiefrequentie:
  63 Hz
- frequentiebereik:
  5 kHz
- maximaal vermogen:
  2 x 120 W
- effectief sinusvermogen:
  2 x 80 W_{RMS}
- geluidsdruk (1 W/1 m):
  90 dB
- spoeldiameter:
  32 mm
- gelijkstroomweerstand:
  2 x 3,4 Ω
- effectief membraanoppervlak:
  135 cm^2
- gewicht:
  800 g

Bedradingsschema

In figuur 8/10.3-25 is het bedradingsschema van deze combinatie weergegeven. Let op de manier waarop de twee spreekspoelen van de NEOKICK-165 met het scheidingsfilter worden verbonden.

Technische specificaties totaal systeem

- maximaal uitgangsvermogen:
  200 W
- maximaal sinus vermogen (effectief RMS):
  100 W_{RMS}
- frequentiebereik:
  30 Hz tot 20.000 Hz
- impedantie:
  3 Ω
- gemiddelde geluidsdruk (1 W/1 m):
  87 dB
- gewicht:
  1,5 kg

10.3 1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower

– prijs:
  € 136,60 ex. 19 % BTW

CPC-200KIT

Complete aansluit, zekering en kabel set

Deze set, zie figuur 8/10.3-26, bevat alle materialen die u nodig heeft om uw CarPower systeem in uw auto in te bouwen. De set bevat professionele zekeringhouders met zekeringen van 120 A en 40 A, een kabelverdeler, ongeveer 25 m van diverse kabels (bijvoorbeeld 21 mm^2 voedingskabel!), kabelbinders, kabelschoenen en massaverbinders.

Misschien lijkt het overbodig om zo'n set te kopen, maar daar vergist u zich toch in! Heeft ú een adres achter de hand waar u bijvoorbeeld een paar meter soepele voedingskabel van 21 mm^2 kunt kopen? Los gekocht kost het u zonder enige twijfel veel meer.



Figuur 8/10.3-26: De onderdelen van het universele montagepakket.

Samenstelling

Het pakket CPC-200KIT bevat:

– enkelvoudige zekeringhouder met 120 A zekering en driecijferige digitale spanningsmeter;
– twee zekeringhouders met 40 A zekering, zie figuur 8/10.3-27;
– viervoudige geïsoleerde voedingskabelverdeler, zie figuur 8/10.3-28;
– vijf meter hexagonale voedingskabel, 21 mm^2, 11 mm diameter;
– twee meter hexagonale voedingskabel, 8 mm^2, 6 mm diameter;
– twee meter hexagonale massakabel, 21 mm^2, 11 mm diameter;
– twee meter hexagonale massakabel, 8 mm^2, 6 mm diameter;
– twee x vijf meter stereo afgeschermde audiokabel met cinch connectoren;
– zes meter besturingskabel, 0,8 mm^2, 2 mm diameter;
– twee meter luidsprekerkabel, 2 x 2 mm^2;
– twaalf meter luidsprekerkabel, 2 x 1,3 mm^2;
– twee terminators voor massa-aansluiting;
– diverse kabelschoenen en -binders.

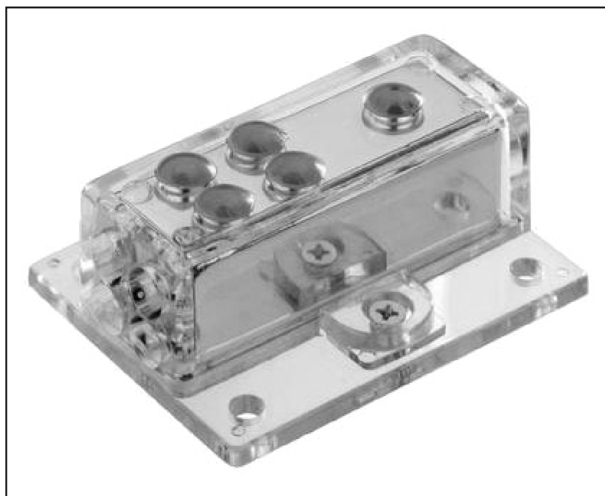


Figuur 8/10.3-27: Een van de meegeleverde zekeringhouders.

Prijs

De CPC-200KIT kost € 99,03 ex. 19 % BTW.

10.3 1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower

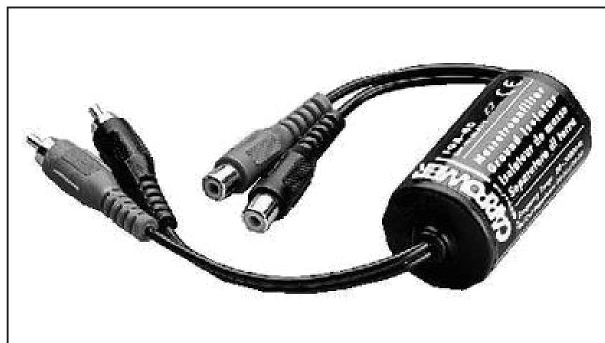


Figuur 8/10.3-28: De voedingskabelverdeler.

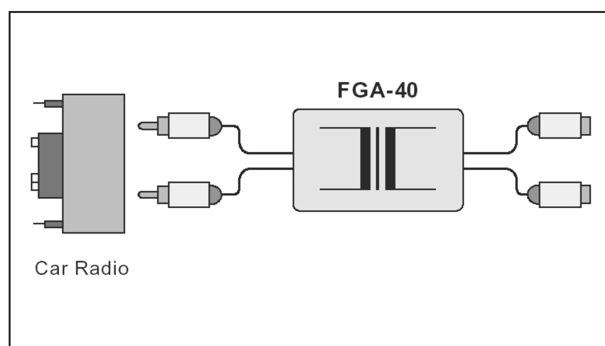
FGA-40

Voorkom massalussen!
Uw CarPower systeem trekt zeer grote stromen uit uw accu, die terugvloeien naar de negatieve pool van de accu via het chassis van uw auto. Hierdoor ontstaat de kans dat er de gevreesde massalussen ontstaan: niet alle punten van het chassis staan op dezelfde spanning. Een gevolg is dat er ongewenste stromen door afschermingen kunnen vloeien en brom en oscillaties in het geluid kunnen ontstaan. Door het invoegen van dit eenvoudig massa scheidingsfilter, voorgesteld in figuur 8/10.3-29, voorkomt u dit soort problemen.

Bedradingsschema
De mannelijke cinch connectoren sluit u aan op de audio-uitgang van uw autoradio of CD-speler, zie figuur 8/10.3-30. De vrouwelijke cinch connectoren verbindt u met de stereokabel die naar uw CarPower versterker(s) gaat.



Figuur 8/10.3-29: Het massascheidingsfilter FGA-40.



Figuur 8/10.3-30: Het aansluitschema van het filter FGA-40.

Technische specificaties
- signaaloverdracht:
  1 : 1
- ingangsimpedantie:
  15 kΩ
- uitgangsimpedantie:
  15 kΩ
- frequentiebereik:
  20 Hz tot 30 kHz
- harmonische vervorming:
  kleiner dan 0,001 %
- bedrijfstemperatuur:
  0 °C tot +40 °C
- afmetingen:
  35 mm^2 x 65 mm
- gewicht:
  65 g
- prijs:
  € 11,28 ex. 19 % BTW

10.3 1.000 W audio power in uw auto, boot of caravan met CarPower

Nadere informatie

De CarPower componenten van Monacor worden in diverse HiFi winkels en garages verkocht, maar zijn ook via internet per postorder te bestellen bij:
Vego VOF, Postbus 32014, 6370 JA Landgraaf (NL)
Telefoon: 045-533.22.00
Fax: 045-533.22.02
E-mail: vego_vof@compuserve.com
Internet: www.vego.nl/carpower

9/1

Inhoud
Wetten en regels

Inhoud

10/1

Geïllustreerd begrippenlexicon van de elektronica

In de aanvullingen 71 tot en met 106 is in deel 10 het "geïllustreerd begrippenlexicon van de elektronica" verschenen.

soorten van informatiedragers zijn, zijn er ook twee soorten van registratiekoppen. De eerste registratiekop is de alom bekende Winchester kop die gebruikt wordt voor de gewone informatie drager. Met de ontwikkeling van de dunne film informatie drager is er tevens de behoefte ontstaan aan een andere registratiekop, die de Whitney kop wordt genoemd. Beide registratiekoppen staan getekend in figuur 10-541, met de Winchester boven en de Whitney onder.

Figuur 10-540: Magneetkop (1).

Figuur 10-541: Magneetkop (2).

Figuur 10-542: Magneetveld halfgeleiders (1).

Magneetveld halfgeleiders Een reeks halfgeleidende onderdelen, waarvan de werking berust op het veranderen van de eigenschappen onder invloed van een magnetisch veld. De voornaamste zijn de zogenoemde "veldplaten", magnetisch bestuurbare weerstanden op basis van InSb en NiSb. De door de halfgeleider vloeiende ladingsdragers worden door een loodrecht gericht magnetisch veld als gevolg van de Lorentz-kracht zijdelings afgebogen, waardoor zij langer door het materiaal vloeien en meer weerstand ondervinden. Om de gevoeligheid te vergroten wordt het materiaal meandervormig op een drager aangebracht, zie figuur 10-542. Naast de enkelvoudige uitvoeringen van figuur 10-542 zijn er ook differentiële typen op de markt, zie figuur 10-543, die in brugschakelingen worden ingezet en zeer gevoelig zijn voor het meten van het verschil tussen twee magnetische velden. Het verband tussen de weerstand van een veldplaat en de magnetische flux dichtheid B verloopt over een bepaald gebied vrijwel lineair.

Magnetisatie curve De grafiek die het verband geeft tussen de magnetische flux dichtheid B en de magnetische veldsterkte H over en in een materiaal. Wordt vaak de "BH-curve" genoemd en geeft inzicht in de ferromagnetische eigenschappen van een materiaal. De typische vorm van de BH-curve is geschetst in figuur 10-544, links voor zogenoemde hardmagnetische stoffen, rechts voor zacht-magnetische stoffen.

Figuur 10-543: Magneetveld halfgeleiders (2).

Figuur 10-544: Magnetisatie curve.

Vego's bestelservice voor oude hoofdstukken

Alle hoofdstukken uit dit naslagwerk kunt u afzonderlijk bestellen. Ga hiervoor naar onze internetsite www.hobbyelektronica.nu en klik de menu-optie "Bestellen hoofdstukken" aan.

11/1

Inhoud
Wat koop ik waar?

Inhoud